Janvier 1918.

19e Numéro spécial : 2

LA SCIENCE ET LA VIE

LE GÉNÉRAL ARMANDO DIAZ

Nommé commandant en chef des armées italiennes à la place du général Cadorna, appelé à siéger au Comité de guerre interallié.

Édité par
" LA SCIENCE ET LA VIE "

LA RUSSIE D'EUROPE

Numéro 36
DÉC. 1917 - JANVIER 1918

OCÉAN GLACIAL ARCTIQUE
OCÉAN ATLANTIQUE
MER DE BARENTS
MER BALTIQUE
MER NOIRE
MER D'ARAL
MER CASPIENNE
NORVÈGE
SUÈDE
FINLANDE
LAPONIE
PRESQU'ÎLE DE KOLA
Côte Mourmane
Côte de Terek
Côte de Trapper
Toundra de la Côte Terre
Monts de Timan
SIBÉRIE
RUSSIE
RUSSIE MÉRIDIONALE
RUSSIE CENTRALE
ASIE CENTRALE
RUSSE
(TURKESTAN RUSSE)
PROVINCE DU TOURGAI
PROVINCE TRANSCASPIENNE
Plateau d'Oust Ourt
ALLEMAGNE
PRUSSE
POLOGNE OCCIDENTALE
AUTRICHE-HONGRIE
HONGRIE
BOHÊME
GALICIE
BUKOVINE
TRANSYLVANIE
MOLDAVIE
ROUMANIE
BULGARIE
SERBIE
EMPIRE OTTOMAN
ARMÉNIE
GÉORGIE
PERSE
CAUCASIE
DAGHESTAN
Stockholm
Helsingfors
PETROGRAD
Cronstadt
Riga
Libava
Danzig
Konigsberg
Posen
Vilna
Minsk
Grodno
Bialostok
VARSOVIE
Lodz
Cracovie
Lemberg
Przemysl
BUDAPEST
Debreczen
Szegedin
Belgrade
Bukarest
Sofia
Philippopoli
Salonique
Athènes
Andrinople
CONSTANTINOPLE
Brousse
Smyrne
Magnésie
Afioum Kara Hissar
Angora
Aldin
Kaizarieh (Césarée)
Siwas
Erzeroum
Malatia
Van
Bitlis
Trébizonde
Samsoun
Batoum
Tiflis
Bakou
Sébastopol
Simféropol
Kertch
Odessa
Nikolaev
Kherson
Ekaterinoslav
Kharkov
Kiev
Kichinev
Moscou
Iaroslavl
Tver
Kostroma
Nijni-Novgorod
Vladimir
Kalouga
Toula
Riazan
Orel
Ielets
Tambov
Penza
Kazan
Simbirsk
Samara
Saratov
Oufa
Orenbourg
Ouralsk
Ekaterinbourg
Tcheliabinsk
Troitsk
Tsaritsyn
Rostov
Astrakhan
Novorossisk
Stavropol
Petrovsk
Derbent
Kara Boghaz
Archangelsk
Mezen
Pinega
Onega
Ladoga
Ilmen
Tchoudovo
Petchenga
Kandalakcha
Kem
Kola
Kanin Nos
Presq. Kanin
Kolguiev
Nlle Zemble
Vardö
Hammerfest
Tromsö
Narvik
Lofoten
Trondhjem
Stockholm
Upsala
Gefle
Abo
Viborg
Reval
Golfe de Finlande
Golfe de Riga
Golfe de Bothnie
Golfe de Botnie
Golfe de Salonique
Golfe de Smyrne
Mer de Marmara
Détroit des Dardanelles
Détroit du Bosphore
Mer d'Azov
Mer Blanche
Mer Rouge
Mer d'Égée
Mer Caspienne
Mer d'Aral
Lac Onega
Lac Ladoga
Lac Peipous
Lac Ilmen
Lac Tchoudovo
Lac Baikal
Lac Nicolas II
Lac Issik-Koul
Lac Balkach
Lac Aral
Lac Van
Lac Urmia
Lac Sevan
Lac Goktcha
Lac Tchaldyr
Lac Tortchalu
Lac Kara Kamych
Lac Tchany
Lac Tchebakoul
Lac Tchelkar
Lac Kara Boghaz
Lac Kamych Lov
Lac Aksakal
Lac Kamych Bach
Lac Kamych Tach
Lac Kamych Kol
Lac Kamych Kourgan
Lac Kamych Kourgan
Lac Kamych Kourgan

N

Nº 36.

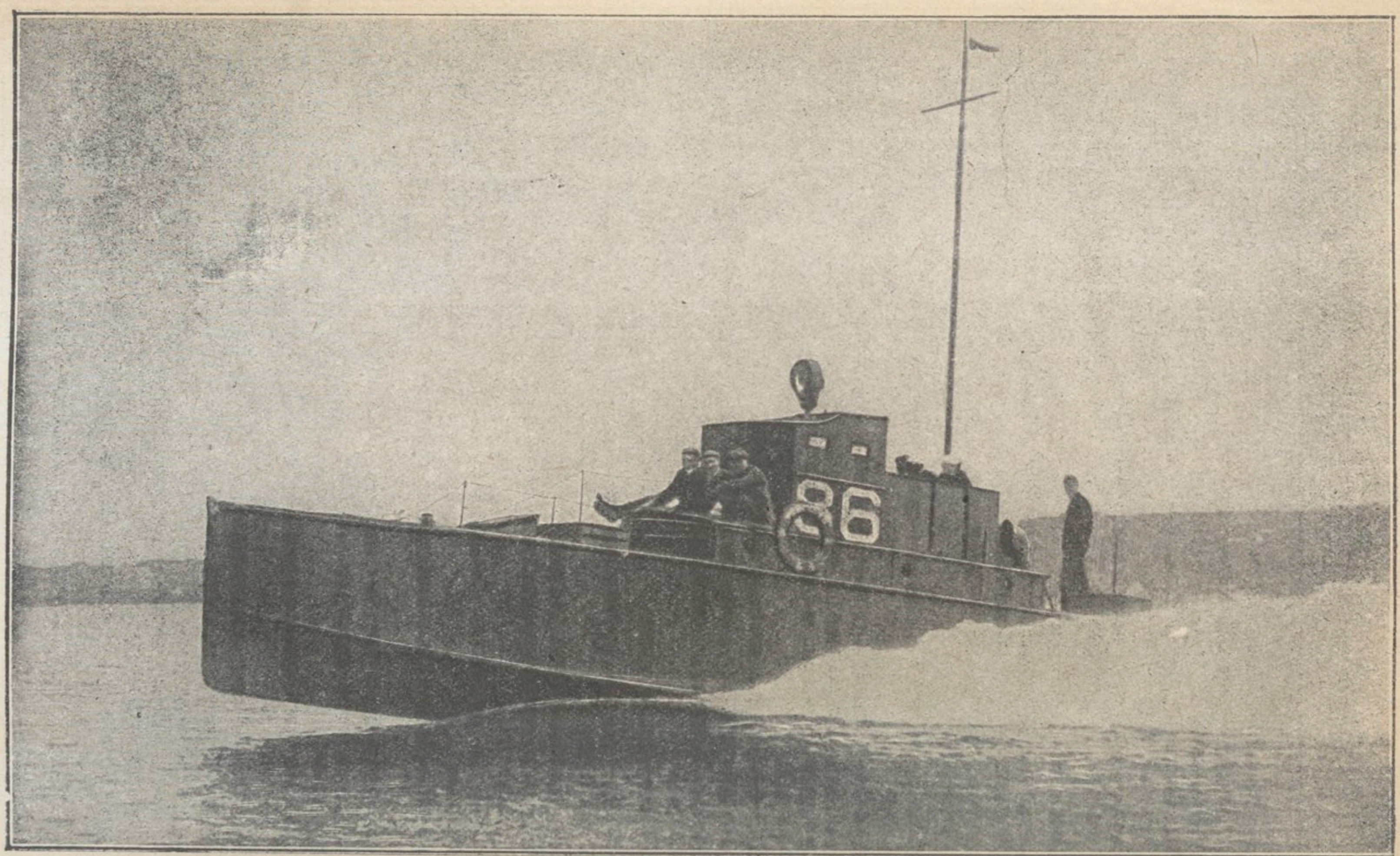
SOMMAIRE

Tome XIII.

(DÉCEMBRE 1917-JANVIER 1918)

Les « chasseurs de sous-marins »	Charles Dunois.	3
Les moteurs d'automobiles alimentés par le gaz d'éclairage.	P. Desbordes	15
Des maisons fabriquées d'avance en série et montées en quelques jours	G. Forster	25
Les derniers progrès dans l'incandescence électrique	Camille Violland, Ingénieur électricien.	33
Le téléphone aux États-Unis	Austin-C. Lescarboura	49
L'organisation du travail, de l'hygiène et du repos dans une usine moderne	André Citroën	61
Les principaux types de compteurs à gaz domestiques	Jules Crébillot, Ingén. des Arts et Manufactures.	71
Un projecteur dont la lumière égale celle du soleil	Charles Brocot.	81
Nouvelles victoires sur le front occidental		87
Les Russes abandonnent la lutte ; les Anglais progressent encore en Mésopotamie et en Palestine		91
L'offensive austro-allemande sur le front italien.		95
Les hauts faits de la guerre aérienne		99
Quelques précisions nouvelles sur la « Christian Science »	Dr E. Philipon	101
Le sel pendant la guerre	Léon Delcommun, Ingénieur civil des Mines.	109
L'examen psycho-physiologique des soldats mitrailleurs	Octave Grimaud	121
Les appareils à fumée allemands	René Grasset	129
L'expertise scientifique des tableaux faux ou truqués.	Sylvestre Coulary	131
Un curieux procédé de cinématographie des couleurs	Charles Christoly	139
La production de l'amiante et ses usages industriels	Charles Dangoy	143
Projectile pour envoyer des messages		152
La mesure, par la pyrométrie, des hautes températures	Raymond Golfin	153
Les forces électriques du cœur au service de la médecine	W. H.	167
Un système de fondations coniques		172
Nouveaux perfectionnements aux bateaux de sauvetage	J. de la Cerisaie	173
Les à-côtés de la Science (Inventions, découvertes et curiosités)	V. Rubor.	179
Chronologie des faits de guerre sur tous les fronts		189

HORS TEXTE : Grande carte en couleurs de la Russie d'Europe.



CHASSEUR DE SOUS-MARINS A GRANDE VITESSE, PROPULSÉ PAR DEUX MOTEURS A PÉTROLE DE 300 CHEVAUX CHACUN

Ce navire, qui file 30 milles à l'heure, est une répétition de ceux construits aux Etats-Unis, au cours de l'année 1916, pour le compte du gouvernement russe.

LA SCIENCE ET LA VIE

MAGAZINE DES SCIENCES ET DE LEURS APPLICATIONS A LA VIE MODERNE

Rédigé et illustré pour être compris de tous.

Depuis la guerre, paraît tous les deux mois. — Abonnements : France, 11 francs, Etranger, 18 francs
Rédaction, Administration et Publicité : 13, rue d'Enghien, PARIS — Téléphone : Bergère 37-36

Tous droits de reproduction, de traduction et d'adaptation réservés pour tous pays.
Copyright by La Science et la Vie *Décemore 1917.*

Tome XIII — Décembre 1917-Janvier 1918 — Numéro 36

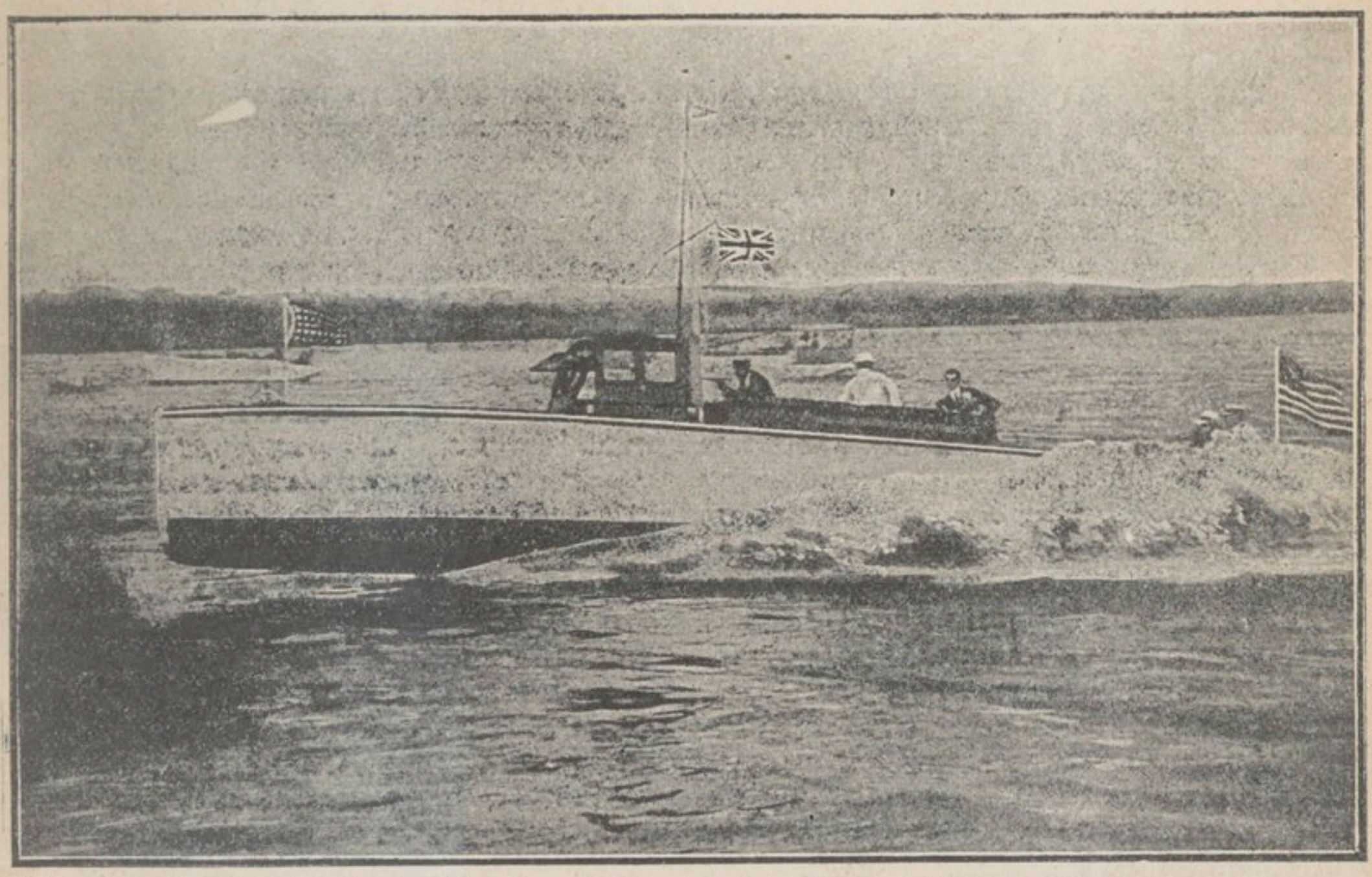
LES "CHASSEURS DE SOUS-MARINS"

Par CAMILLE DUNOIS

Quand, dans les premiers mois de la guerre, le péril sous-marin se révéla, ce fut d'abord aux contre-torpilleurs, éclaireurs d'escadres, etc., que les Alliés s'adressèrent pour donner la chasse aux pirates. L'armement de ces navires interdisait, en effet, aux sous-marins d'approcher trop près d'eux pour tirer leurs torpilles, et leur grande vitesse, de 30 à 32 nœuds pour les uns, et de 35, 36 et même 37 nœuds (68 km. 5 à l'heure) pour les autres, les mettait pratiquement à l'abri des coups de ces engins quand ils sont lancés de loin.

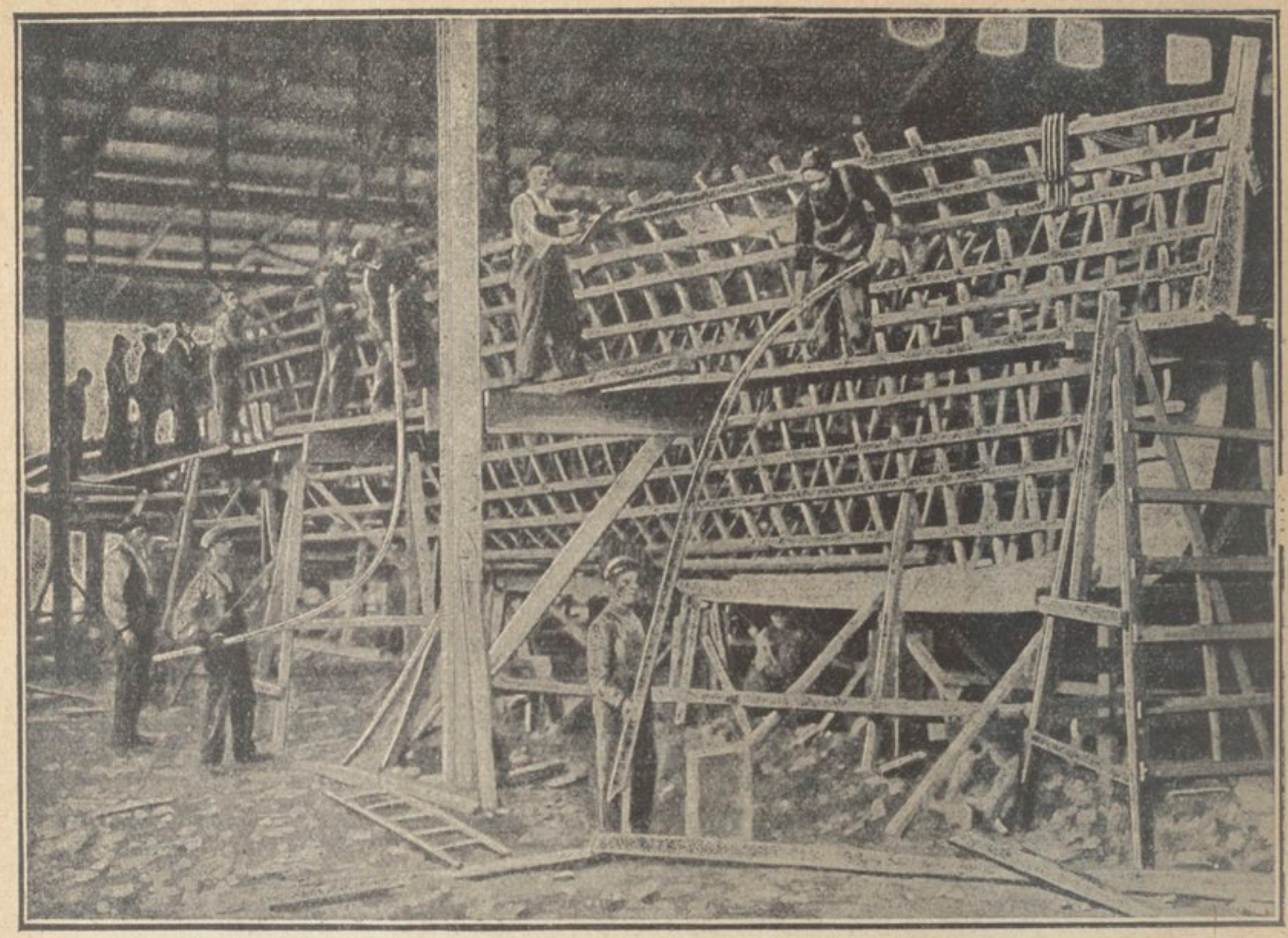
Ils donnèrent d'assez bons résultats, mais ils étaient malheureusement en trop petit nombre, et les sous-marins, dont la quantité s'accroissait rapidement, trouvaient souvent le moyen de leur échapper.

On leur adjoignit alors des chalutiers et



BATEAU DE COURSE A MOTEURS DAUNTLESS FILANT 35 NŒUDS A L'HEURE

Ce rapide « cruiser », long de 13 m. 50, a été acquis par l'Amirauté américaine pour donner la chasse aux sous-marins allemands ; il possède à bord deux moteurs de 360 chevaux.



MONTAGE DE LA CARÈNE D'UN « CHASSEUR » DANS UN CHANTIER CANADIEN

Toutes les pièces de chaque navire étant soigneusement numérotées et repérées, l'assemblage peut être effectué rapidement par des manœuvres sans connaissances spéciales.

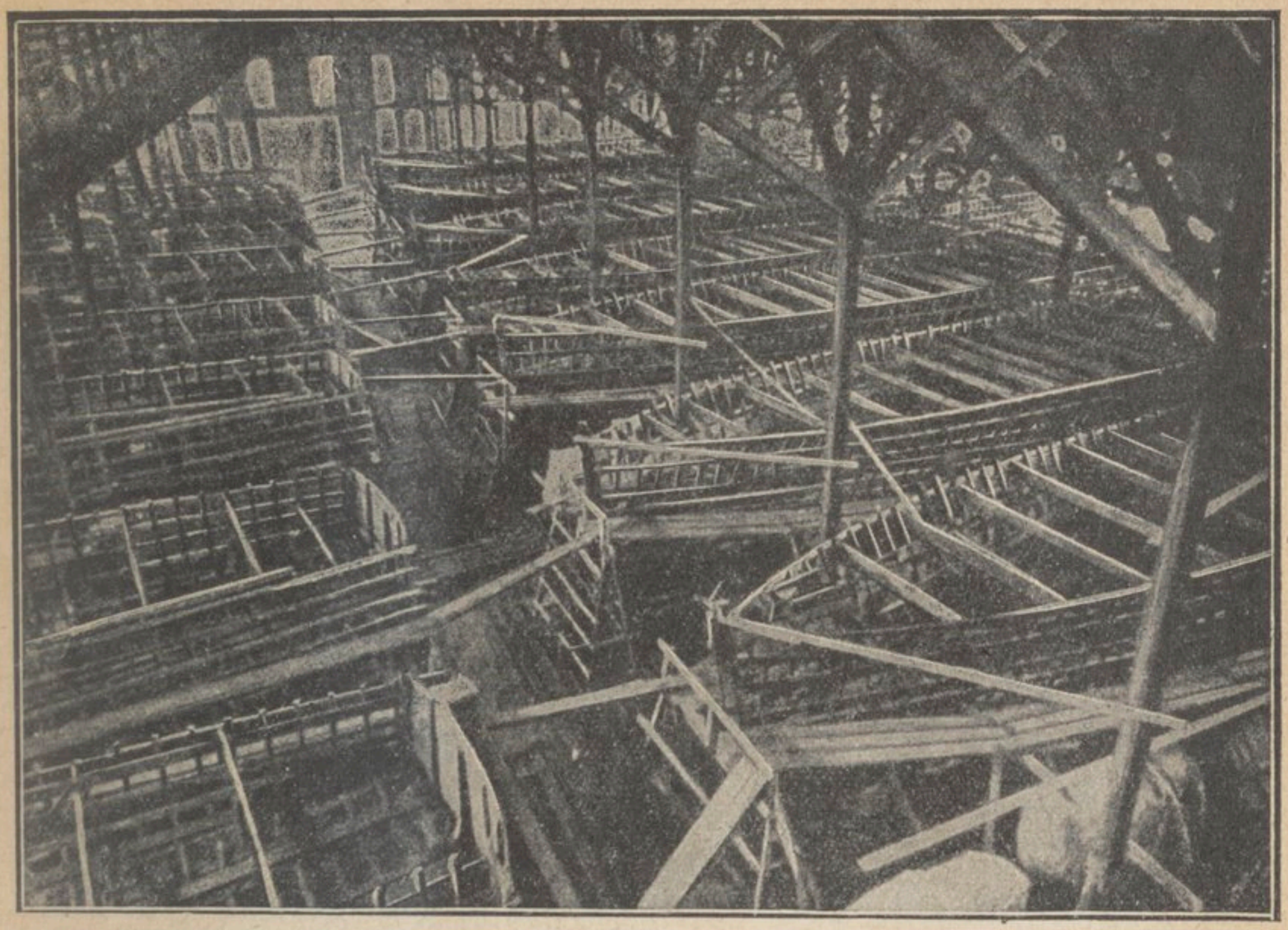
des dragueurs (trawlers) que l'on arma de quelques canons légers. Cette mesure fut encore insuffisante, car ces petits bâtiments manquaient par trop de vitesse, avec leurs 10 ou 12 nœuds à l'heure.

On fit alors appel aux yachts de plaisance, aux canots automobiles d'amateurs, aux bateaux de courses et de régates. Mais, de ceux-là encore, il y avait trop peu. En ce qui concerne les derniers, doués de vitesses considérables, atteignant et dépassant parfois 80 kilomètres à l'heure, ils eussent pu rendre de sérieux services s'ils avaient mieux tenu la mer. Les bateaux spéciaux surtout, bateaux-glisseurs à fond plat ou hydroplanes, ceux-là mêmes qui sont les plus rapides, ne peuvent, en effet, naviguer qu'en eau calme, dans les estuaires, dans les golfes bien abrités du vent ; la moindre vague fait tomber leur vitesse de moitié ou des trois quarts, et une mer un peu forte les met presque hors d'état d'avancer.

De plus, construits pour les luttes de vitesse, tout y a été sacrifié au moteur, et il ne reste pas même une fraction de tonne disponible. Pour gagner du poids, on a fait la coque si légère et si mince qu'on pourrait presque la crever en appuyant un peu fortement dessus avec le doigt. On ne pouvait donc songer à y embarquer un canon, de si petit calibre fût-il.

Cependant, les Américains ont néanmoins cherché à adapter la navigation de plaisance à la défense de leurs côtes. Une lettre de l'Amirauté signala, au mois de mai 1916, aux possesseurs de yachts et de canots automobiles, l'intérêt qu'il y aurait, pour le pays, à pouvoir utiliser leurs bateaux pour la police de l'océan. Cet appel fut entendu, et nombre de particuliers firent alors construire des bateaux à pétrole de 12 mètres de long, avec moteur de 135 chevaux, marchant à 27 nœuds, munis de la T.S.F. et pouvant être armés d'un canon à tir rapide. La *Volunteer Patrol Squadron* se constitua ainsi par initiative privée, et, au mois de septembre suivant, elle exécuta de très intéressantes manœuvres.

Plus récemment, on a réalisé dans le même pays, en plus des navires de



CINQUANTE NAVIRES SONT SIMULTANÉMENT CONSTRUITS SOUS CE HALL

Afin de faciliter le chargement des coques terminées sur des wagons de chemins de fer, on les a édifiées au moyen de cales surhaussées (Voir la figure précédente).

35 nœuds, dont nous parlerons plus loin, des « scouts » ou éclaireurs, de 20 mètres de long, à moteur de 800 chevaux, portant un approvisionnement de pétrole suffisant pour parcourir 500 milles.

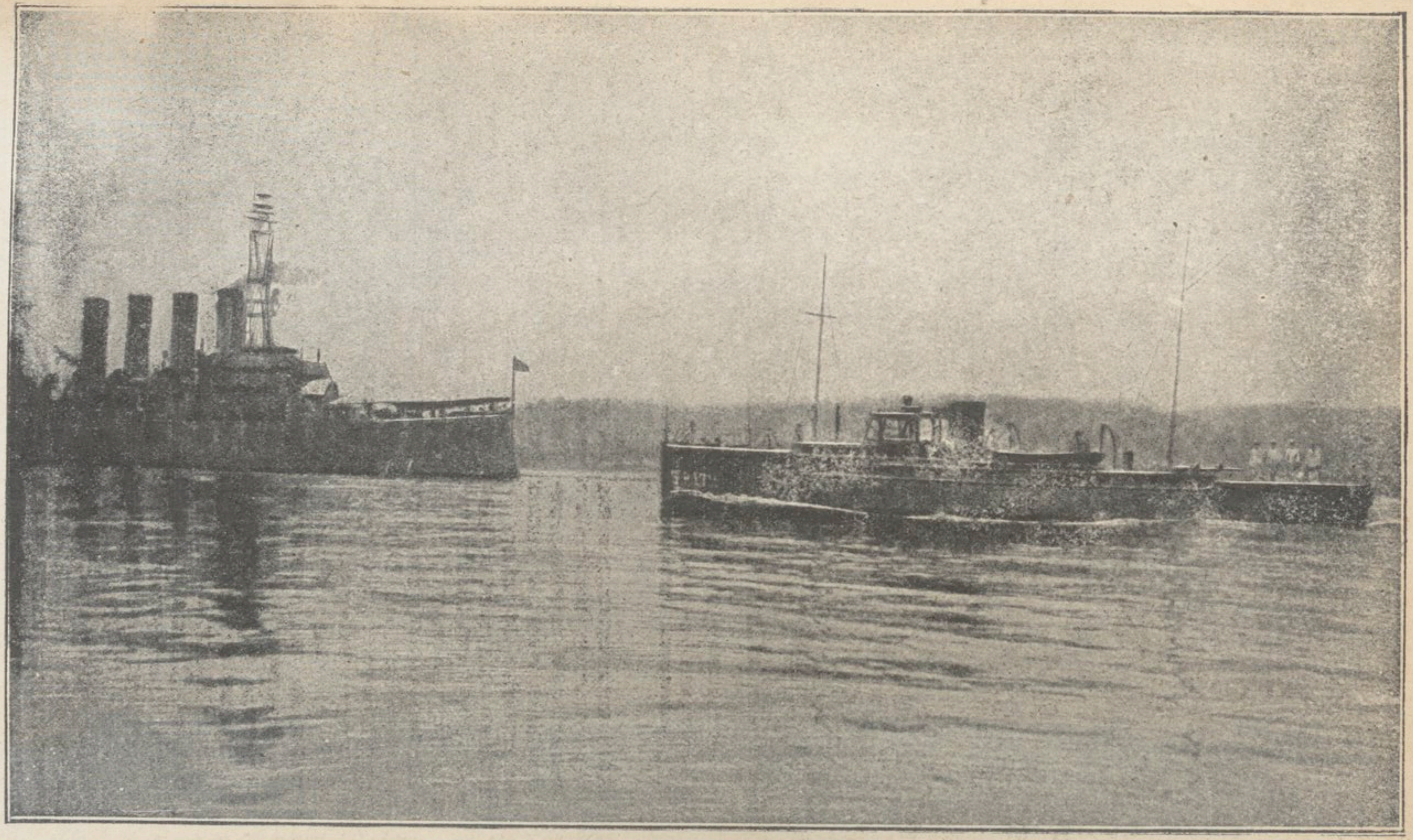
Nul doute que nos amis d'outre-Atlantique ne se trouvent actuellement fort bien de leur acte de prévoyance.

Mais les Anglais n'étaient pas restés inactifs. Ils avaient créé, en 1915, un modèle spécial d'embarcation très légère, de très faible tonnage, spécialement apte à remplir le rôle de petite vedette.

La construction de ces chasseurs de sous-marins, « Submarine Chasers », comme on les appelle en Angleterre, a donné lieu à des tours de force de rapidité très curieux de la part des chantiers américains auxquels l'Amirauté britannique en avait commandé plusieurs centaines, qui devaient être livrés à bref délai.

En février 1915, un célèbre constructeur naval anglais débarqua aux Etats-Unis, accompagné d'un expert en artillerie, afin d'y remplir une mission secrète en vue d'étudier les moyens les plus convenables pour détruire les sous-marins allemands dont l'action commençait à êtr fort gênante pour les Alliés en général et pour la marine anglaise en particulier.

Après avoir visité plusieurs chantiers américains, les délégués arrêtèrent leur choix sur un modèle de navire proposé par l'Electric Launch Co. C'était une petite embarcation automobile à pont renforcé, destinée à l'attaque et à la destruction des pirates allemands. Il s'agissait, en résumé, de semer sur toutes les côtes de l'Angleterre une véritable nuée de *moustiques* d'un tonnage suffisant pour y patrouiller efficacement et pour porter un canon à tir rapide lançant des projectiles de 6 kilos. Le constructeur proposait l'établissement de deux modèles distincts de « chasseurs ». L'un, ayant 15 mètres de longueur et muni de moteurs à grande vitesse, aurait pu filer 25 nœuds ; l'autre, long de 24 mètres, était actionné par deux moteurs à marche lente de 220 chevaux lui imprimant une vitesse de 19 nœuds. Le très faible tirant d'eau de ces grands canots leur permettait

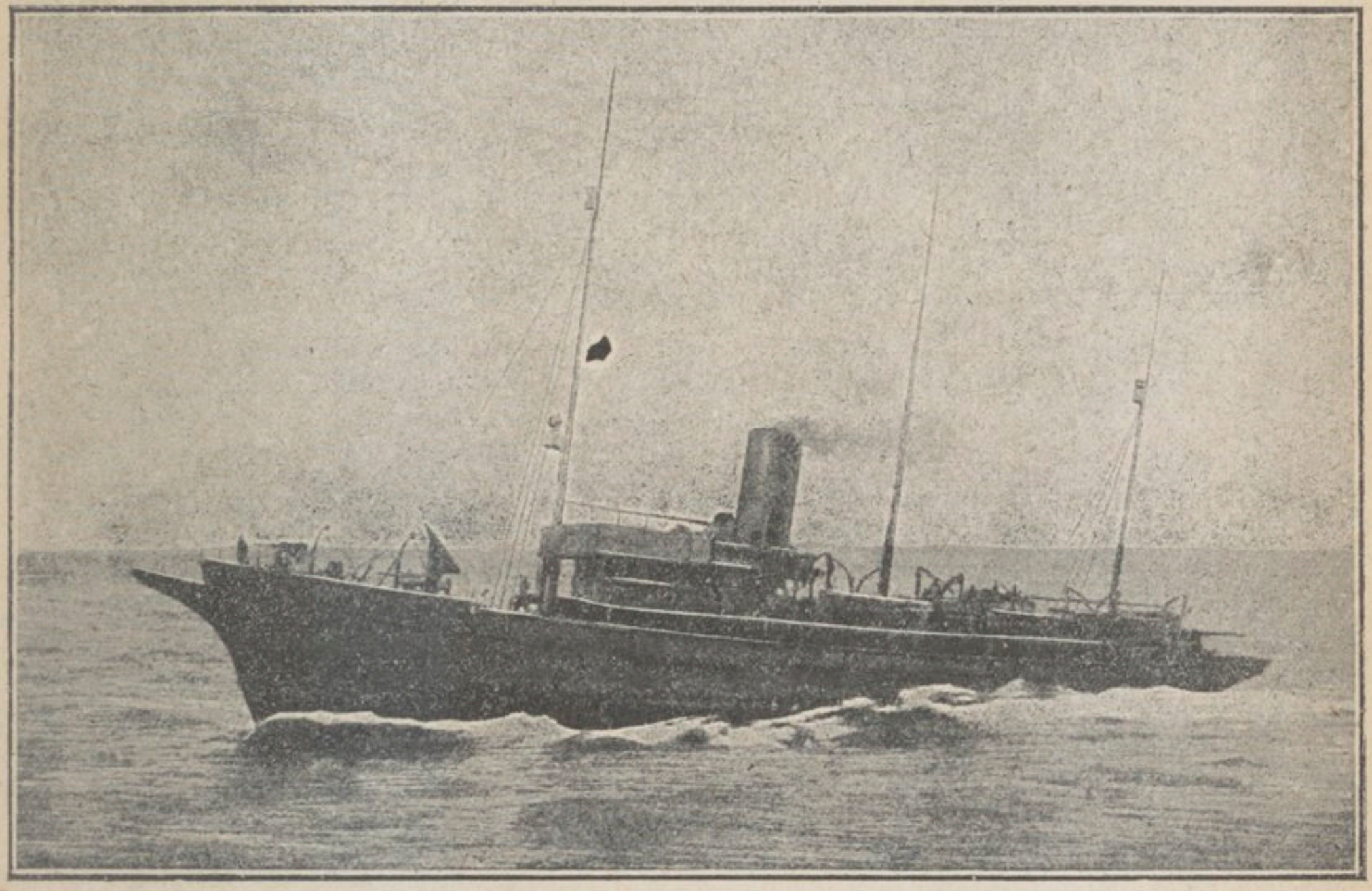


LE YACHT A MOTEURS « PRIVATEER », APPARTENANT A UN RICHISSIME AMÉRICAIN, M. R.-A.-C. SMITH, DE NEW-YORK

Ce bateau de plaisance filant 22 milles à l'heure, propulsé par deux moteurs de 250 chevaux, est devenu un chasseur de sous-marins de premier ordre.

d'échapper à la torpille et le peu de surface de leurs flancs les rendait très difficiles à atteindre par des pointeurs se servant de pièces de marine dont la plateforme de tir est très mobile sur l'eau.

Combattants minuscules, ils n'ont qu'un équipage de deux ou trois hommes abrités dans un petit poste ménagé au-dessus du pont. Leur carène est du type à fond en V, et les moteurs sont munis



AUTRE YACHT, A VAPEUR CELUI-CI, AU SERVICE DE L'AMIRAUTÉ AMÉRICAINE

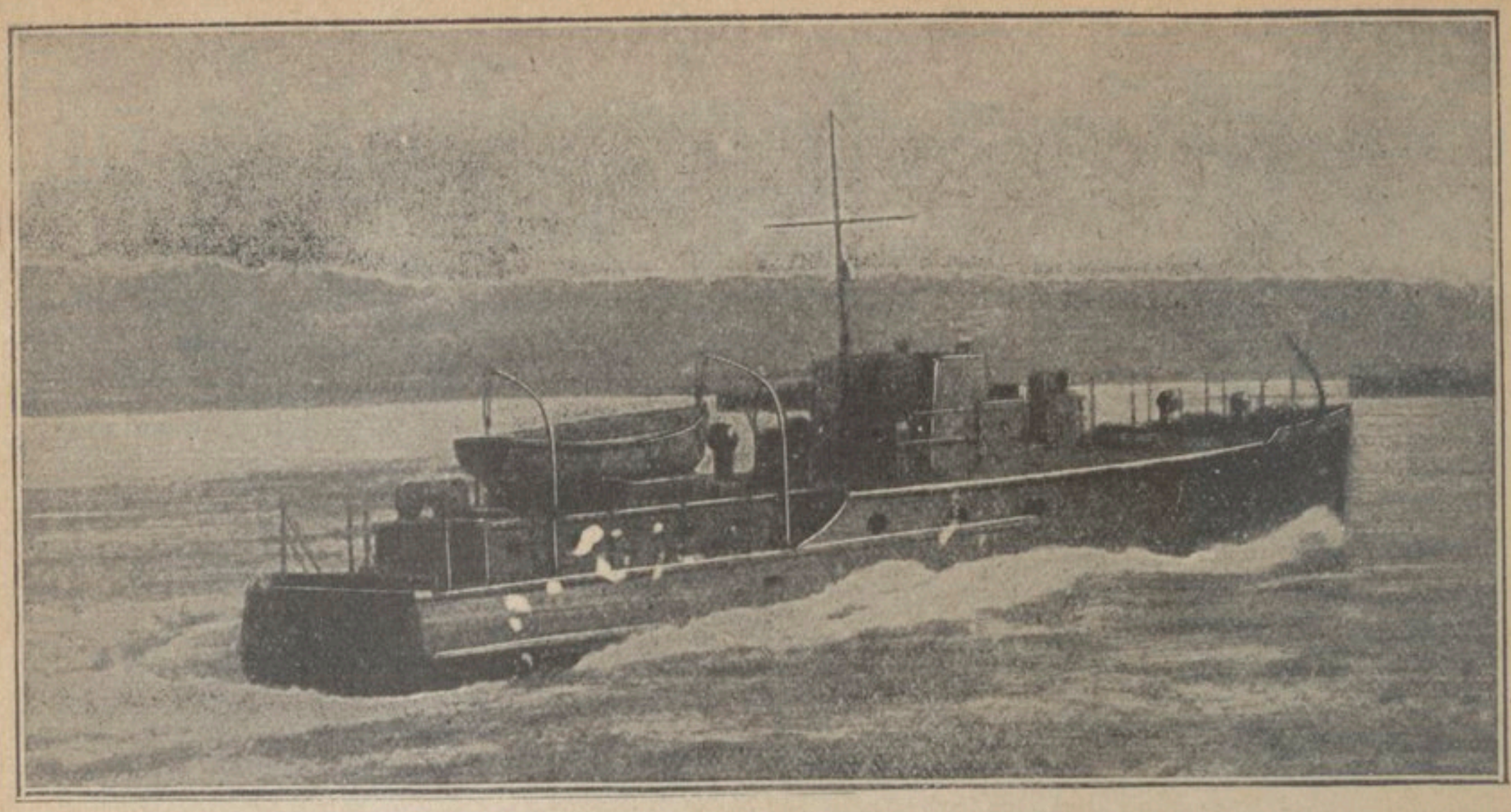
Cet élégant petit bâtiment a été repeint et complètement transformé. Il est armé de plusieurs canons à tir rapide et son équipage se compose de 25 hommes.

d'un carburateur spécial qui leur permet d'employer très avantageusement, suivant les circonstances, soit la gazoline, soit un hydrocarbure lourd.

On les embarque, à l'aide de la grue du bord, sur de grands navires qui vont les répartir méthodiquement là où la surveillance a spécialement besoin d'être exercée, dans les passages resserrés, le long des routes que les sous-marins doivent suivre pour regagner leur centre de ravitaillement, ou pour en repartir, ou bien encore aux approches des caps, où l'ennemi s'embusque volontiers, parce que les bâtiments sont obligés de venir les reconnaître ; sur le chemin des grands ports, etc. Dès qu'ils aperçoivent un périscope, ils foncent dessus à toute vitesse, cherchant à éperonner, à détruire le sous-marin si c'est possible, et, quand celui-ci est de faible tonnage, ils canonnent sa coque si elle émerge. Ils ont rendu quelques bons services, mais ils se montrent aujourd'hui inefficaces en présence des nouveaux gros submersibles armés d'une artillerie de moyen calibre, dont nous avons donné la description dans un article précédent. Ils ne peuvent que les signaler par T.S.F., soit à leur base, soit aux navires plus puissants et mieux armés ou aux convois. Dans ce rôle restreint, ils sont encore très utiles.

Il s'agissait, pour les constructeurs qui faisaient cette offre, de mettre leurs chantiers en état de faire face à la construction simultanée d'un nombre de chasseurs suffisamment élevé pour ne pas être forcés de demander au gouvernement anglais des délais de livraison trop longs.

L'Electric Launch Co. avait construit, à plusieurs reprises, des séries d'embarcations relativement nombreuses. En 1893, elle avait livré cinquante bateaux électriques pour le service de l'Exposition de Chicago. Plus tard, en 1904, le ministère de la Guerre américain lui avait



ESSAI DU MOTEUR A EXPLOSION D'UN « CHASSEUR DE SOUS-MARINS »

La vitesse de ces petits bâtiments et la consommation d'essence des moteurs sont soigneusement contrôlées par les agents réceptionnaires de l'Amirauté.

commandé cent vingt barques de 6 mètres, en bois, destinées à la pose des mines sous-marines, et vingt-deux bateaux électriques à moteur pour le même objet.

Ces fournitures constituaient donc des précédents intéressants qui pouvaient servir de bases à la transformation des usines en vue de l'exécution de commandes pressées portant sur des centaines d'unités. Il fallait, somme toute, recourir à la « standardisation » qui avait fait ses preuves dans nombre d'ateliers mécaniques de la République américaine.

Cette innovation en matière de constructions navales était rendue possible par ce fait que les bateaux commandés étaient de petites dimensions. On pouvait donc fabriquer leurs éléments en série ou les commander à l'extérieur, chez des sous-traitants, de même que les moteurs ou autres accessoires, ce qui réduisait le travail du fournisseur à un simple montage. Le problème de la main-d'œuvre était simplifié par cette méthode, qui permettait de se passer presque complètement de véritables spécialistes.

Le 9 avril 1915, était signé avec le gouvernement anglais un contrat pour la livraison de cinquante « chasseurs » dont le dernier devait être complètement achevé dans le délai maximum d'un an.

Afin de ne pas violer le principe de neutralité qui était à ce moment la règle de conduite des Etats-Unis, le soumissionnaire décida d'aller s'installer au Canada. Un petit chantier, qui avait servi jusque-là pour des réparations d'assez minime importance, fut acquis à cet effet dans les environs de Québec, et le navire type fut mis sur cale au siège de la société, à Bayonne (New-Jersey).

Quelques jours après le torpillage du *Lusitania*, l'Amirauté anglaise câbla un ordre pour cinq cents bateaux du même modèle, en plus des cinquante commandés à l'origine, à condition que la livraison en serait terminée pour le 15 novembre 1916. Sans compter les dimanches, le constructeur avait donc quatre cent quatre-vingt-huit jours devant lui pour exécuter complètement ce travail.

Dès la signature du nouveau traité, qui eut lieu le 9 juillet 1915, on se préoccupa d'agrandir le chantier de Québec et d'en louer un second à Montréal. Il fallait opérer avec la plus grande prudence et avec une sûreté de vues infaillible, car la moindre erreur dans les plans ou dans leur exécution était susceptible d'être répétée cinq cent cinquante fois.

L'importance de la commande rendait l'achat des matières premières singulièrement difficile, car le chêne blanc, très employé par les constructeurs de navires, manquait totalement dans la région où s'effectuait le travail. On finit par en découvrir dans la Virginie occidentale, et des contrats furent passés sans retard.

Le sapin faisait également défaut, mais, heureusement, les Scieries du Sud étaient inactives parce que la guerre avait fait cesser le commerce d'exportation qui les alimentait. Ces établissements, manquant d'ouvrage, furent donc heureux de recevoir des ordres pour la livraison à bref délai de pièces de bois de première qualité, droites, longues et complètement exemptes de nœuds, ainsi que de tous autres défauts. On limita la longueur de ces bois à 13 mètres, afin de pouvoir les charger aisément dans des wagons couverts à portes extrêmes dont la caisse avait 10 mètres de long.

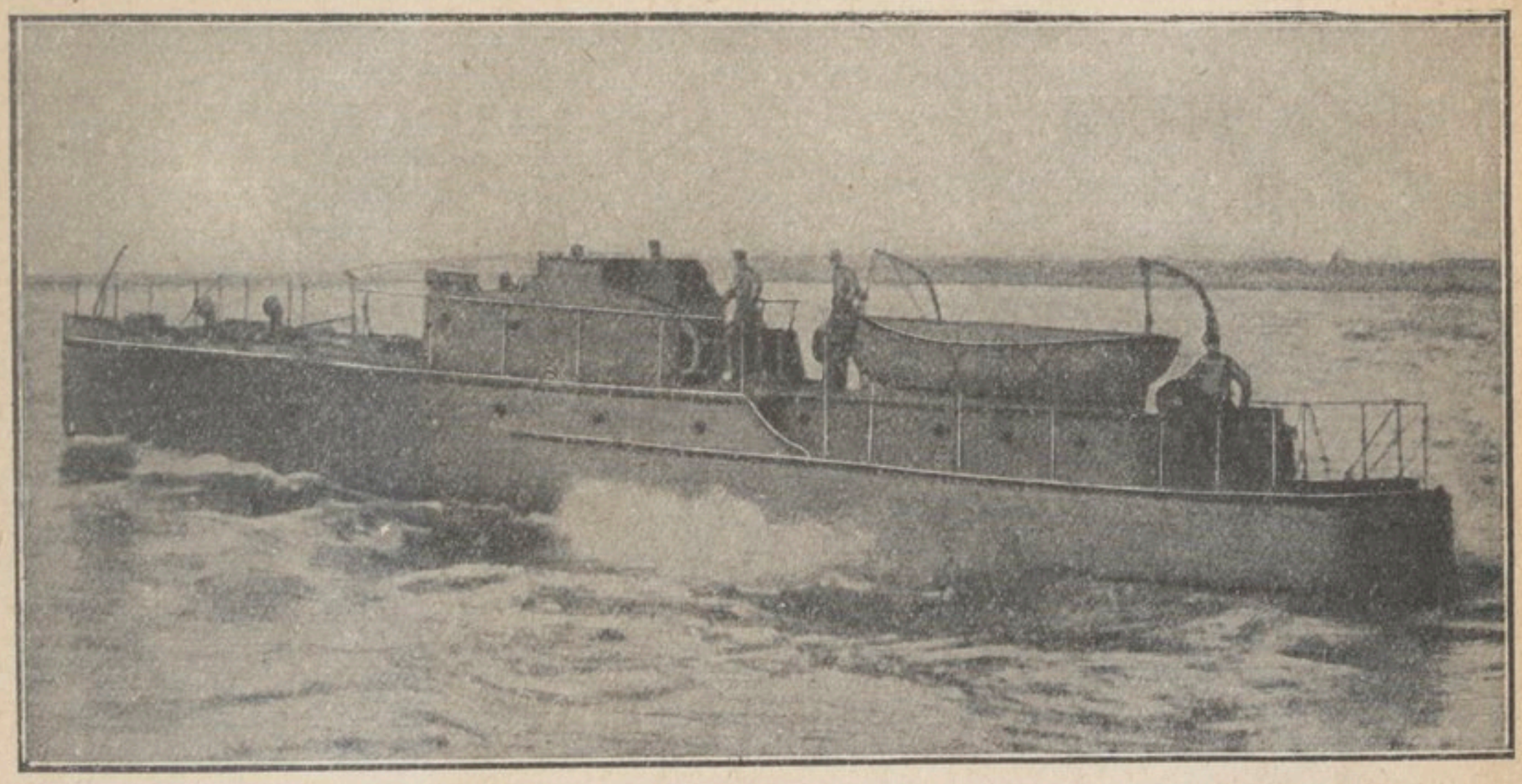
Les fonderies travaillant ordinairement pour les chantiers navals étant surchargées d'ouvrage, il fallut chercher d'autres fournisseurs parmi ceux qui se consacraient ordinairement à des travaux artistiques. C'est ainsi que les Fonderies d'art Tiffany soumissionnèrent toutes les pièces de bronze nécessaires pour les gouvernails, les paliers d'arbres, etc.

Le cintrage des couples et en général tout le travail de fabrication fut exécuté à Bayonne, tandis que tout le montage était fait par les chantiers canadiens. On dut s'astreindre à limiter la longueur des pièces des ponts, des quilles et des membrures, de manière à rendre possible le passage des wagons chargés sur les ponts et sous les tunnels des lignes américaines et canadiennes. En raison du gabarit du tunnel de Whitehall, une grande partie des matériaux durent être dirigés vers le Canada *via* Suspension Bridge et Buffalo. Le total des expéditions ainsi faites se monta à 3.000 wagons.

Le chantier de Bayonne fut obligé de s'outiller de manière à pouvoir exécuter à la machine un certain nombre de travaux que l'on pouvait jusqu'alors faire à la main, notamment le mortaisage des pièces assemblées. Une fois le premier modèle construit à Bayonne, on s'installa pour répéter ses pièces élémentaires cinq cent cinquante fois. Le résultat obtenu fut parfait, et le montage put être réalisé à Montréal et à Québec par des charpentiers ordinaires dont un très petit nombre avaient déjà travaillé dans un chantier naval. A peine trois hommes sur cent parlaient couramment l'anglais.

On put ainsi mener à bien cette tâche formidable consistant à livrer à l'Angleterre 550 navires de 24 mètres, pourvus chacun de deux moteurs de 220 chevaux et complètement équipés. Les essais comportaient deux parcours : l'un d'une heure à 19 nœuds et l'autre de quatre heures pendant lequel une vitesse moyenne de 15 nœuds devait être maintenue, avec une consommation de combustible ne dépassant pas le maximum imposé par le cahier des charges.

La livraison des bâtiments avait lieu sur des cales de lancement situées sur la rivière Saint-Laurent, assez tôt pour qu'un nombre suffisant d'embarcations



VUE LATÉRALE D'UN « CHASSEUR DE SOUS-MARINS » A MOTEURS

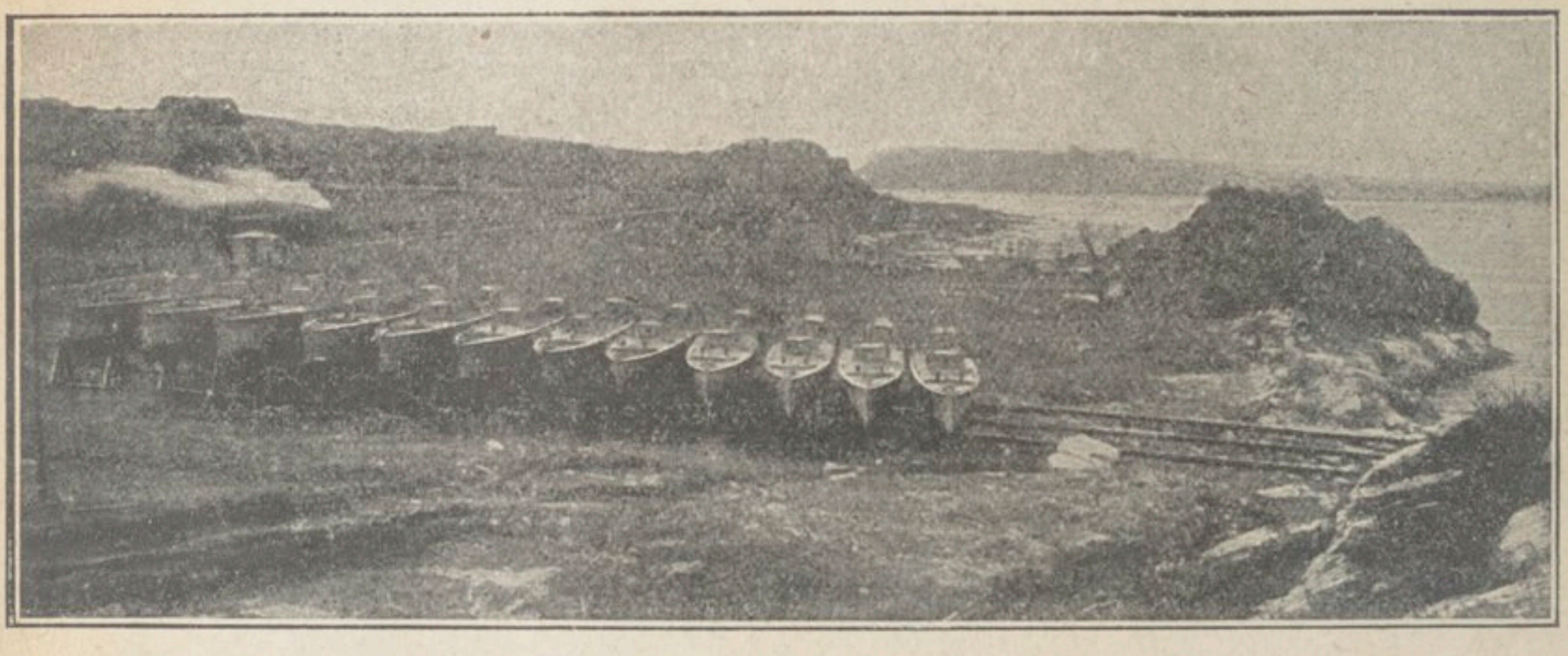
Grâce à leur excellent armement, ces petits bâtiments, qui n'ont que 24 mètres de longueur, ont déjà réussi à détruire un certain nombre de pirates allemands.

pût être mis à l'eau avant la fermeture de la navigation, qui a lieu fin novembre. Ce court délai força les constructeurs à limiter leurs livraisons de 1915 aux cinquante premiers chasseurs commandés. Afin de supprimer ce contretemps, l'Amirauté décida d'envoyer des coques par voie ferrée à Halifax, qui est un port ouvert toute l'année, et d'y procéder aux essais. On construisit un modèle que l'on chargea sur un wagon à bois et qui effectua un parcours d'essai de 1.600 kilomètres entre Québec et Halifax. Des inspecteurs de l'exploitation qui accompagnaient le wagon prirent note de toutes les difficultés observées pendant le voyage. On effectua rapidement les changements reconnus nécessaires sur la voie ferrée, et le constructeur transforma les conditions du travail dans les ateliers d'assemblage en vue de les adapter aux nécessités du parcours. A partir du 25 décembre 1915, on put ainsi expédier sans accident huit ou neuf bateaux par semaine. A leur arrivée à Halifax, les petits bâtiments étaient débarqués, essayés et rechargés sur un transport chargé de les amener en Angleterre dans le plus bref délai

Les expéditions par chemin de fer furent interrompues en février 1916, et l'expérience ainsi acquise put être utilisée au printemps. A la fin de mai, on avait livré deux cents bateaux avec une grande quantité de pièces de rechange et d'autres accessoires indispensables.

Ainsi accompli, ce travail est monotone et c'est ce que les ouvriers appellent de la *besogne de perroquet.* Cependant, on finit par s'attacher à ce mode de procéder qui rappelle la marche d'une armée en campagne dont les nombreuses unités progressent en ordre parfait, de manière à réaliser un tout auquel rien ne peut résister. Le chantier de Montréal comprenait quarante cales de construction et celui de Québec en comportait quatre-vingts, sur lesquelles on travailla d'une manière continue jusqu'à la fin de la commande. Pendant l'hiver 1915-1916, on utilisa comme chantier d'assemblage la grande cale sèche de Montréal, qui a 300 mètres de longueur et 37 m. 50 de largeur. On avait installé des toitures provisoires de manière à protéger contre les intempéries les navires en construction et le personnel. Trente unités furent construites à la fois ; au printemps, on fit pénétrer l'eau dans le dock, et les trente navires se mirent à flotter, ce qui constitua un mode de mise à flot original et commode. Il y eut quelques difficultés lors des crues qui causèrent entre les bateaux déjà lancés un certain nombre de collisions dont le résultat fut de nécessiter le remplacement de quelques ailes d'hélices brisées par les chocs.

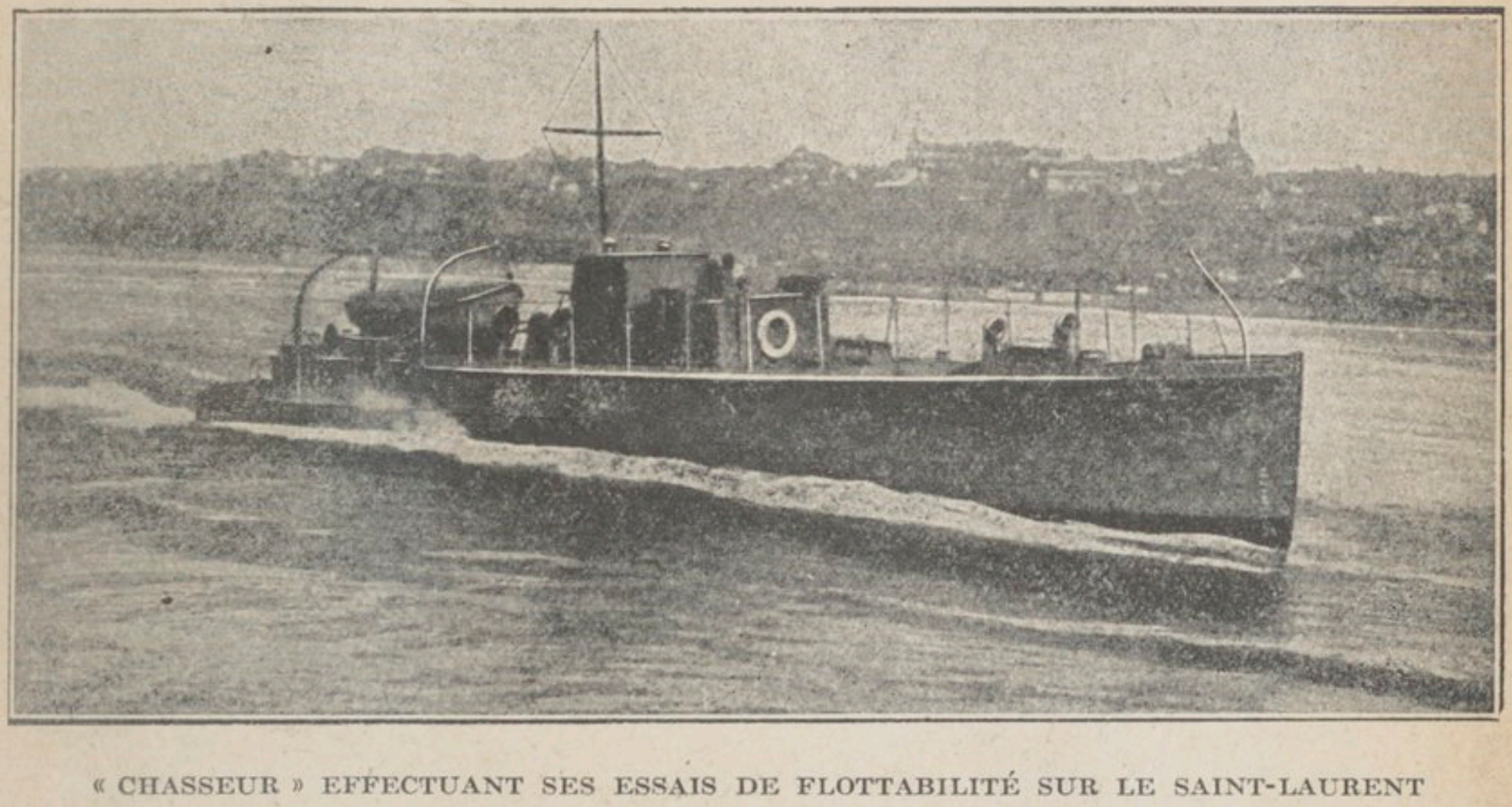
Les essais furent grandement facilités par l'emploi d'une méthode soigneusement étudiée à l'avance et suivie avec un soin systématique. Chaque bateau était d'abord soumis à un essai de vitesse sur le mille mesuré, puis accomplissait un parcours d'une heure à la vitesse moyenne de 19 nœuds, avec son plein de



SÉRIE DE DOUZE « CHASSEURS » TERMINÉS ET PRÊTS A ÊTRE LANCÉS

Une fois les bateaux achevés, on les réunit par douzaine sur des cales de lancement d'où ils glissent par côté dans les flots du Saint-Laurent. Quand le fleuve est libre de glaces, c'est-à-dire de mars à la fin de novembre, on en met à l'eau, dans une seule séance, de nombreuses séries.

pétrole et une surcharge équivalant au poids de l'armement complet. Dans ces conditions, le déplacement devait être de 32 tonneaux. On procédait ensuite à l'essai de quatre heures à la vitesse moyenne de 15 nœuds et l'on relevait avec soin la consommation d'essence, qui donnait lieu à des pénalités sévères quand le maximum toléré était dépassé. Après les essais, les contrôleurs anglais procédaient à la réception définitive et



« CHASSEUR » EFFECTUANT SES ESSAIS DE FLOTTABILITÉ SUR LE SAINT-LAURENT

Relativement basse sur l'eau et de faible longueur, la coque de ce petit bâtiment est rendue encore plus invisible par l'absence de toute fumée.

signaient les livres d'inventaire en prenant livraison de tout le petit matériel nécessaire au parfait fonctionnement de chaque navire, tels que clés, leviers, etc.

Les chasseurs étaient alors remorqués dans des bassins assez vastes pour en recevoir une grande quantité jusqu'à l'arrivée des cargos chargés de les transporter en Angleterre. Cette opération a nécessité une flotte de cent trente navires, chacun ne pouvant embarquer à la fois que quatre chasseurs. Ces petits bâtiments ont rendu les plus grands services, car ils peuvent rester sept jours en mer à plus de 150 kilomètres des côtes par des temps très durs. Peu visibles, rapides et très mobiles, ils sont parfaitement adaptés à leur besogne de surveillance et de destruction des sous-marins. Chaque port anglais en reçut trois ou quatre, qui furent chargés du patrouillage, de la relève des mines et de toutes les opérations de secours aux navires en détresse.

On a souvent posé la question de savoir pourquoi on n'avait pas choisi un modèle de bâtiment plus grand. La réponse est facile, car les difficultés de fabrication auraient notablement augmenté avec les dimensions des navires que l'on n'aurait pas pu expédier par voie ferrée à Halifax, ce qui aurait compliqué les opérations d'embarquement. D'autre part, les dimensions choisies constituaient une limite pour l'arrimage facile des chasseurs à bord des transports. Toutes ces considérations justifient la mesure prise et, de plus, l'augmentation de la longueur des chasseurs de sous-marins eût augmenté leur visibilité et en eût fait, pour les torpilles et les obus de l'ennemi, des cibles plus faciles à atteindre.

L'Amérique a mis à flot, l'année dernière, pour la Russie et pour elle-même, des bateaux d'un type semblable quoique notablement plus forts. Elle en a d'ailleurs arrêté ensuite la construction car ils ne peuvent pas lutter contre le puissant sous-marin récemment créé. Ils ont 18 mètres de long et 0 m. 80 de tirant d'eau. Leur moteur à explosion, de 175 chevaux, leur donne une vitesse de 26 à 30 nœuds.

Le bateau à moteur à gaz tonnant est un chasseur excellent, car il peut donner toute sa vitesse en quelques instants, et c'est ce qui est nécessaire, car il ne faut au sous-marin que deux ou trois minutes pour disparaître en plongeant. On a

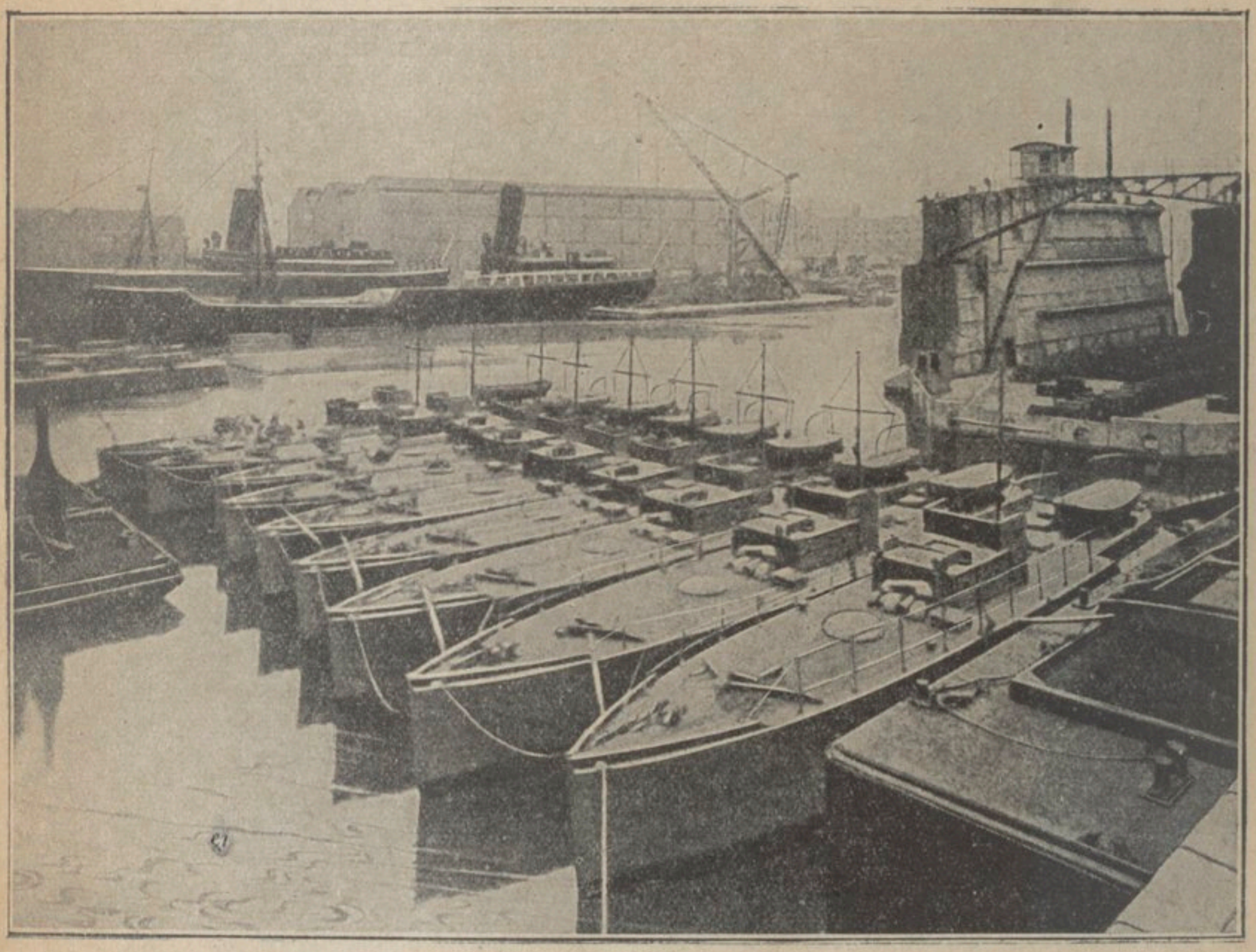
proposé de mettre une plus grosse artillerie sur les chalutiers, mais ils seraient toujours gênés par leur faible vitesse, leur machine à vapeur demandant au moins une heure pour être mise sous pression. Ils resteraient donc encore de médiocres adversaires en présence de submersibles filant 16 à 20 nœuds, armés de canons de 105, et même de 150 millimètres placés dans une superstructure cuirassée.

Pour lutter efficacement contre ceux-ci, il faut un armement au moins égal en puissance, par exemple notre pièce de marine de 14 centimètres, qui est remarquable et qui lance un obus à la mélinite de 35 kilogrammes. Mais elle pèse lourd, et le tonnage serait nécessairement augmenté, ce qui est un inconvénient, car, autant que possible, le tirant d'eau ne doit pas atteindre un mètre, afin d'échapper aux torpilles de l'ennemi, réglées pour une immersion d'un mètre au minimum.

Il y a lieu aussi de tenir compte d'une autre considération. Les attaques sous-marines tendent à se déplacer de plus en plus au large. Actuellement, les Allemands opèrent dans un rayon de 300 milles des côtes. Il faut donc leur opposer des chasseurs qui ne craignent pas de s'aventurer et de patrouiller aussi loin de leurs bases de ravitaillement.

En outre, il est de grande utilité que ces navires puissent accompagner les convois de commerce. En cas d'attaque, ils doivent, pour riposter avec efficacité, être doués de moyens d'action très étendus ; ils doivent posséder une grande vitesse, et, surtout, pouvoir passer sans transition à un régime de marche supérieure pour courir sur le lieu même où le périscope a été aperçu avant que le sous-marin ait eu le temps de s'éloigner de la zone où il a lancé sa torpille, et qu'il doit entourer le plus rapidement possible, ainsi qu'il lui est prescrit, d'un cordon de grosses grenades sous-marines ou de mines. Ces conditions ne sont compatibles qu'avec une construction suffisamment robuste et un tonnage d'au moins 600 tonnes.

Ce sont donc des unités du type du



BATIMENTS TERMINÉS ATTENDANT A MONTRÉAL L'ARRIVÉE D'UN TRANSPORT

Les « chasseurs » sont embarqués pour l'Angleterre quatre par quatre sur des cargos spécialement affrétés.

grand contre-torpilleur ou torpilleur d'escadre à très grande vitesse qu'il est nécessaire de posséder en grand nombre.

On en construit activement. Mais ces constructions demandent nécessairement un certain temps. Jusqu'à ce qu'elles soient achevées en nombre suffisant, il nous faut donc à peu près renoncer à combattre les sous-marins partout où ils sont, car, ainsi qu'on l'a dit plus haut, la mer est trop vaste pour les moyens d'action dont nous disposons actuellement. Il est indispensable, pour le moment, de nous borner à concentrer nos efforts sur certains points, de façon telle que, si ces sous-marins tombent sur nos forces organisées, ils soient immanquablement envoyés par le fond.

L'Amérique, de son côté, sous l'énergique impulsion de la *Ligue navale américaine* et de son président, M. Baldwin, multiplie ses efforts pour nous venir en aide. Dès sa déclaration de guerre à l'Allemagne, elle a mis sur cale une série d'une centaine de navires de 35 nœuds, du type du torpilleur d'escadre, aptes, précisément, à combattre efficacement le sous-marin. De plus, elle cherche un modèle de navire spécial à lui opposer. Ainsi, elle a mis en essai avec succès, au commencement de l'été, un nouveau contre-torpilleur submersible, ou plutôt demi-submersible, car il ne s'enfonce pas complètement sous l'eau.

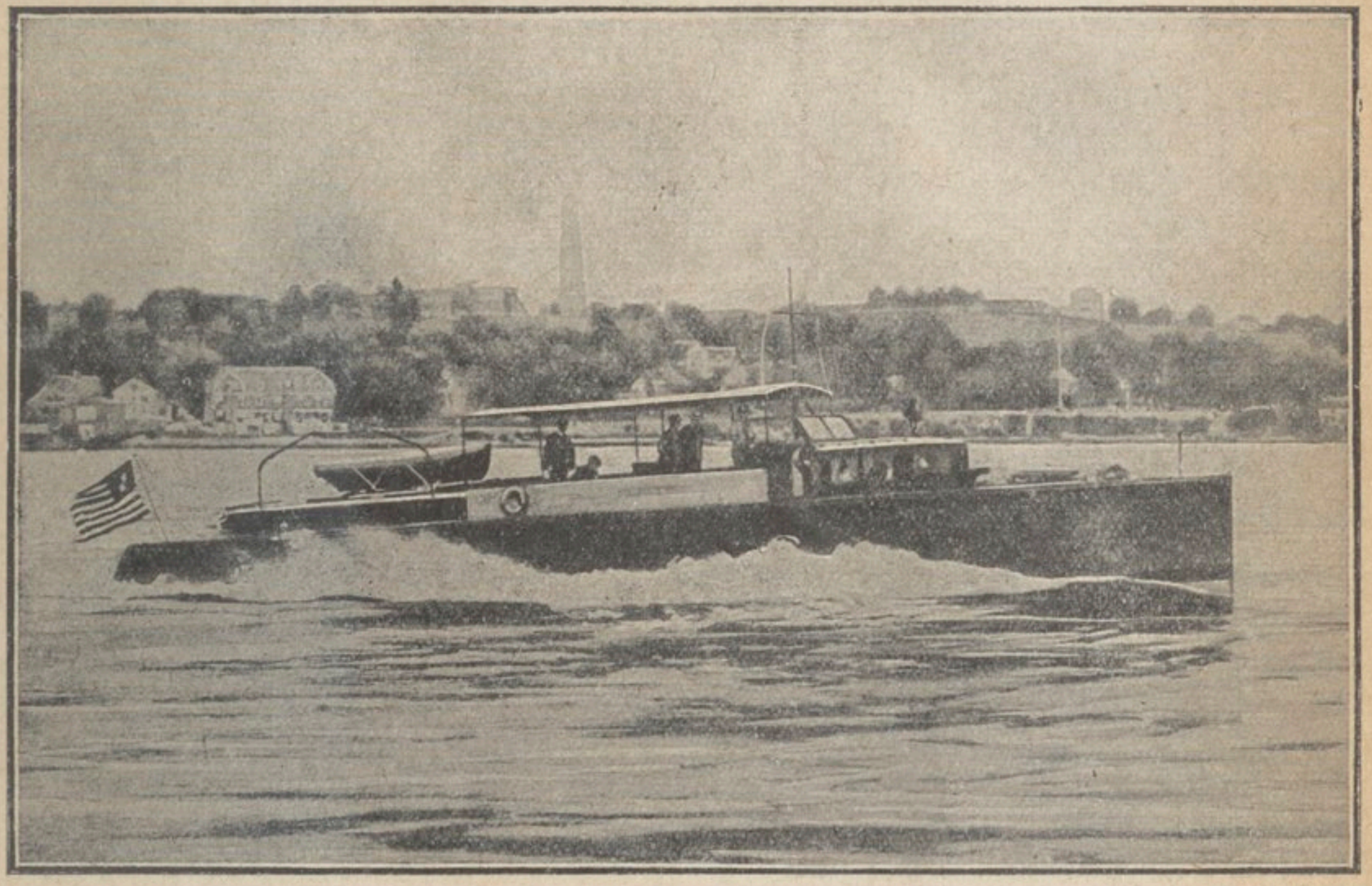
Il est puissamment armé de canons et de tubes lance-torpilles. Il émerge et s'immerge avec la plus grande rapidité ; mais la partie supérieure des superstructures, qui est convenablement cuirassée, reste toujours à la surface, donc visible.

Il est, nous dit-on, muni d'appareils spéciaux d'une grande sensibilité qui lui signalent immédiatement la présence des sous-marins, même à longue distance.

Ce genre d'appareil est tenu secret. Peut-être est-ce une combinaison du récepteur téléphonique et du microphone que l'on immerge à une profondeur convenable, et qui décèle le bruit de l'hélice du sous-marin, même très éloigné, l'eau conduisant admirablement le son.

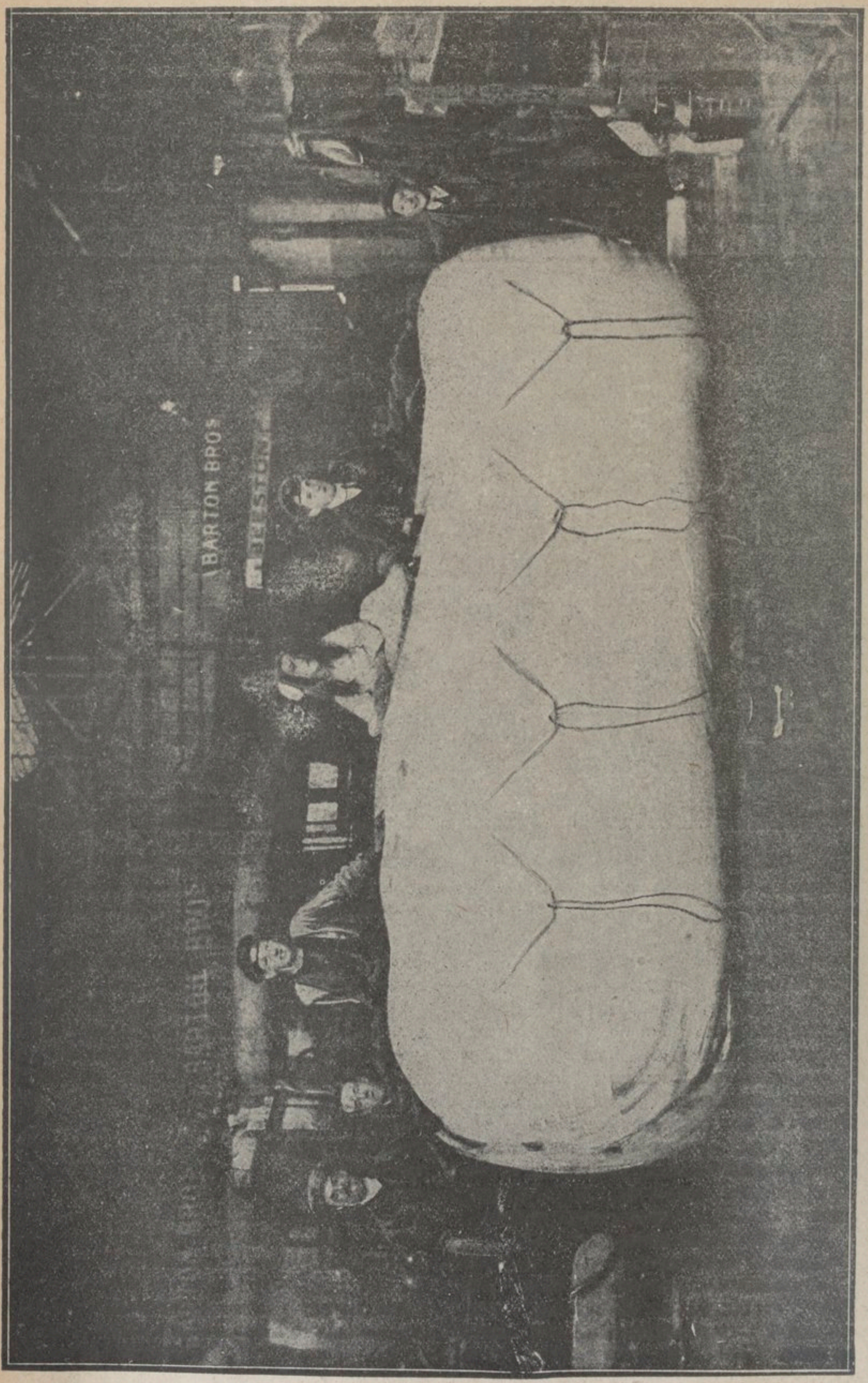
Nos nouveaux alliés auront bientôt — ou ont peut-être déjà — douze de ces « destroyers » semi-submersibles destinés à patrouiller dans l'océan Atlantique.

GEORGES DUNOIS



LE YACHT RAPIDE « WHIPPET-II », POURVU D'UN MOTEUR A PÉTROLE

Ce bâtiment, de petites dimensions, ressemble beaucoup aux « chasseurs de sous-marins » construits aux Etats-Unis. Il est également employé pour la recherche et la poursuite des pirates allemands.



ESSAI DE RÉSISTANCE D'UNE ENVELOPPE A GAZ D'ÉCLAIRAGE DESTINÉ A ALIMENTER UN MOTEUR D'AUTOMOBILE

LES MOTEURS D'AUTOMOBILES ALIMENTÉS PAR LE GAZ D'ÉCLAIRAGE

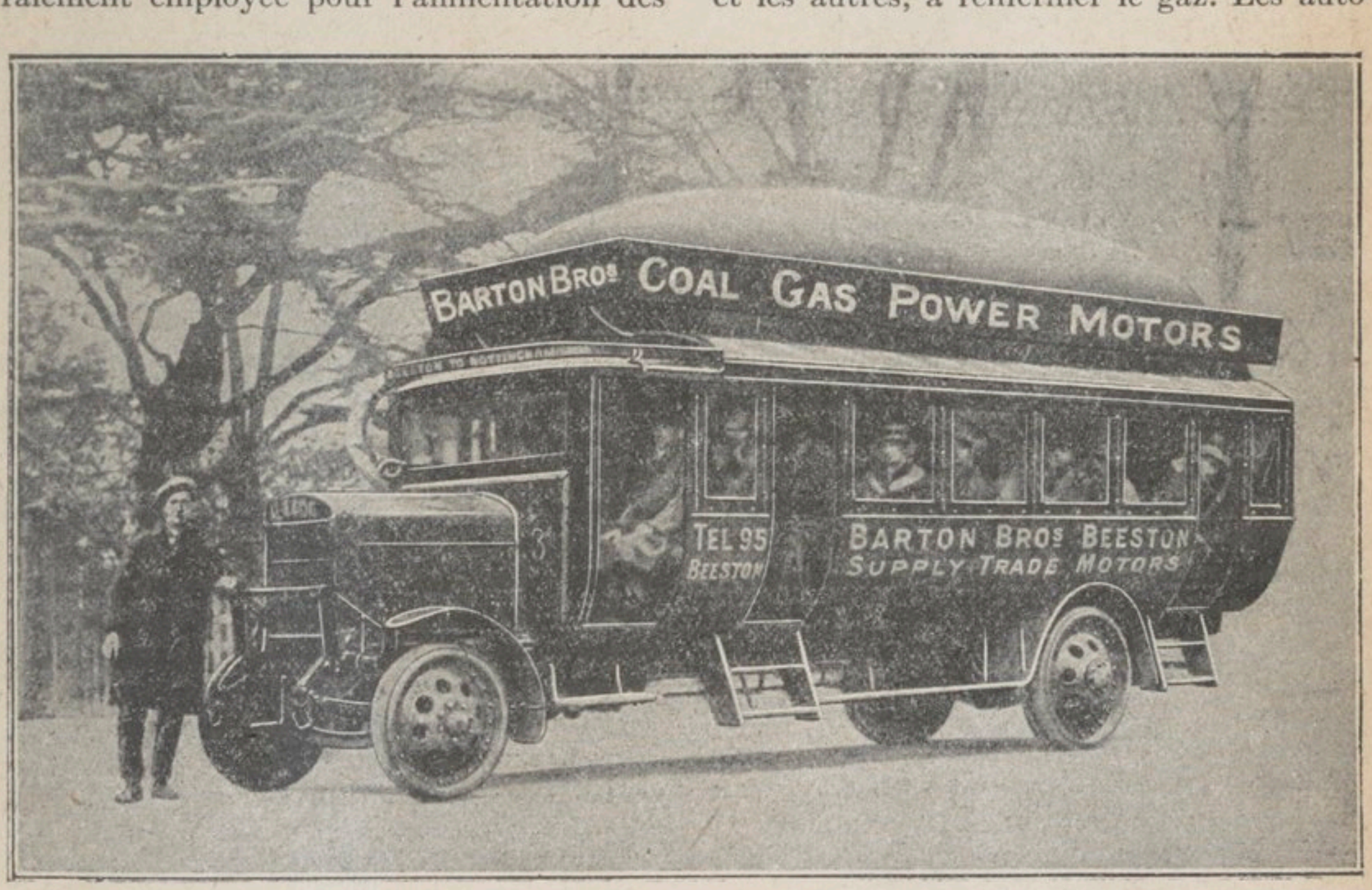
Par Pierre DESBORDES

A peu près en même temps qu'en France, on a réglementé en Angleterre la consommation de l'essence, devenue beaucoup trop importante. La restriction imposée fut très sensible à nos alliés, chez lesquels l'usage de l'automobile est encore plus répandu que chez nous. Elle provoqua une diminution considérable du trafic, la plupart des propriétaires de voitures étant dans l'impossibilité de se procurer le carburant nécessaire. Un grand nombre d'autos furent ainsi condamnées à rester au garage et cela au désespoir de bien des *businessmen*, dont la voiture facilitait beaucoup les affaires.

Heureusement, les Anglais ont l'imagination fertile. L'un d'eux, automobiliste fervent, et que l'immobilité de sa voiture désespérait, eut l'idée de remplacer l'essence généralement employée pour l'alimentation des moteurs à explosion, par du gaz d'éclairage. L'essai fut des plus concluants : il prouva, non seulement que le gaz pouvait parfaitement être substitué à l'essence, mais encore que son usage présentait, au point de vue économique, un avantage incontestable.

Au début, les sceptiques furent nombreux, mais, à présent, ce sont précisément ceux qui nièrent le plus longtemps la valeur pratique du système, qui en sont les plus chauds partisans et l'appliquent avec frénésie.

L'application du gaz d'éclairage à l'alimentation des moteurs d'automobile a provoqué, en Angleterre, un véritable enthousiasme d'où est née toute une industrie nouvelle. Les plus grandes firmes anglaises fabriquent aujourd'hui soit des ballons, soit des réservoirs métalliques destinés, les uns et les autres, à renfermer le gaz. Les auto-

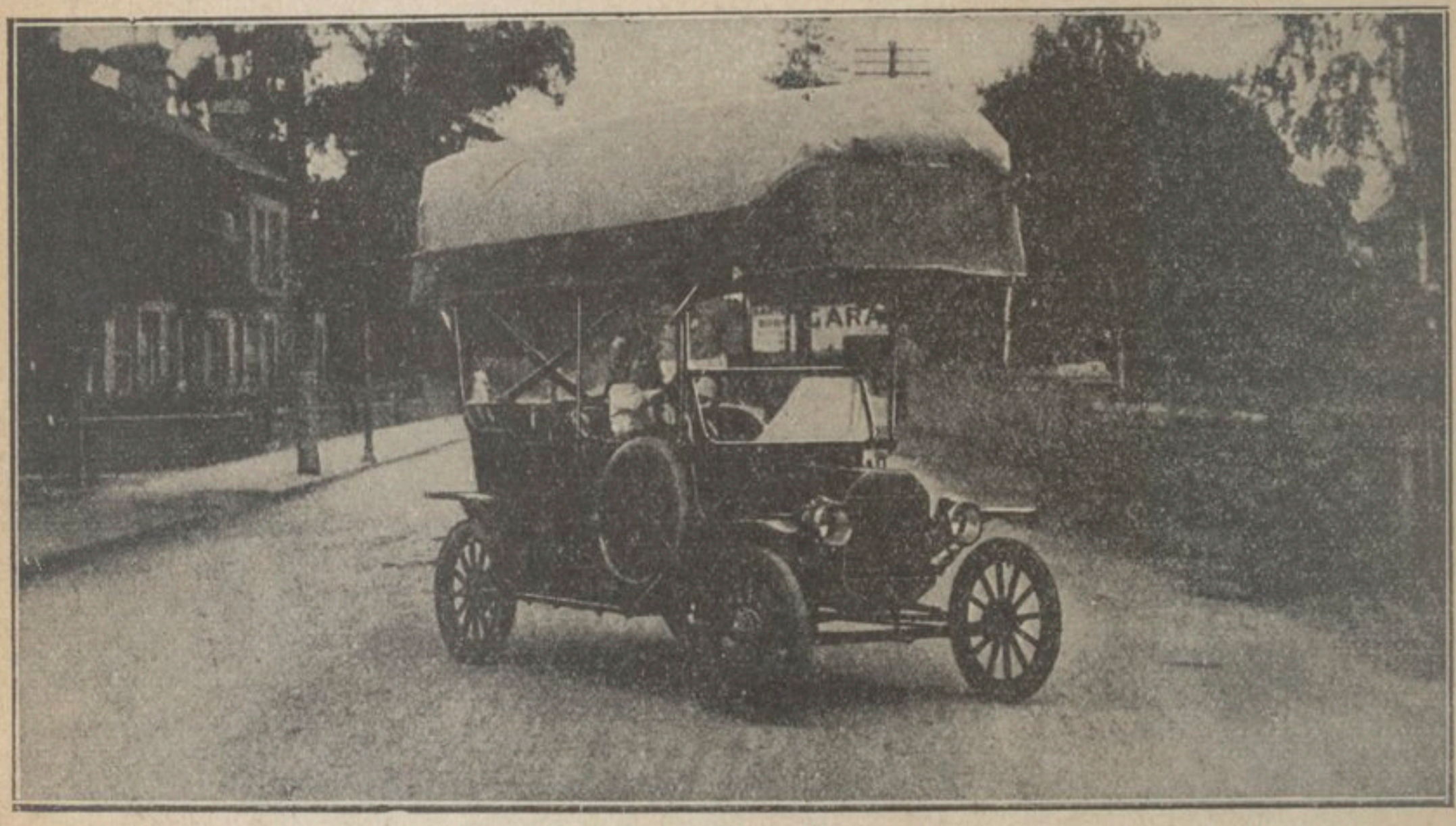


SUR CET AUTOBUS, LE GAZ A AVANTAGEUSEMENT REMPLACÉ L'ESSENCE

Cet autocar, qui assure le service entre Beeston et Nottingham, transporte une vingtaine de voyageurs. Son moteur, qui est à grosse consommation, est alimenté par le gaz d'éclairage à l'exclusion de tout autre carburant. L'économie d'essence ainsi réalisée est considérable.

mobiles, remisées depuis de longs mois, sortent de nouveau et des stations de ravitaillement en gaz jalonnent déjà certaines grandes routes des environs de Londres.

L'emploi du *coal-gas* a donc pris une extension très rapide de l'autre côté de la Manche. C'est une innovation intéressante qui, née des conséquences de la guerre, lui survivra probablement. Le système, très simple d'ailleurs, est applicable à la plupart



DISPOSITION D'UNE ENVELOPPE A GAZ SUR UNE VOITURETTE AUTOMOBILE

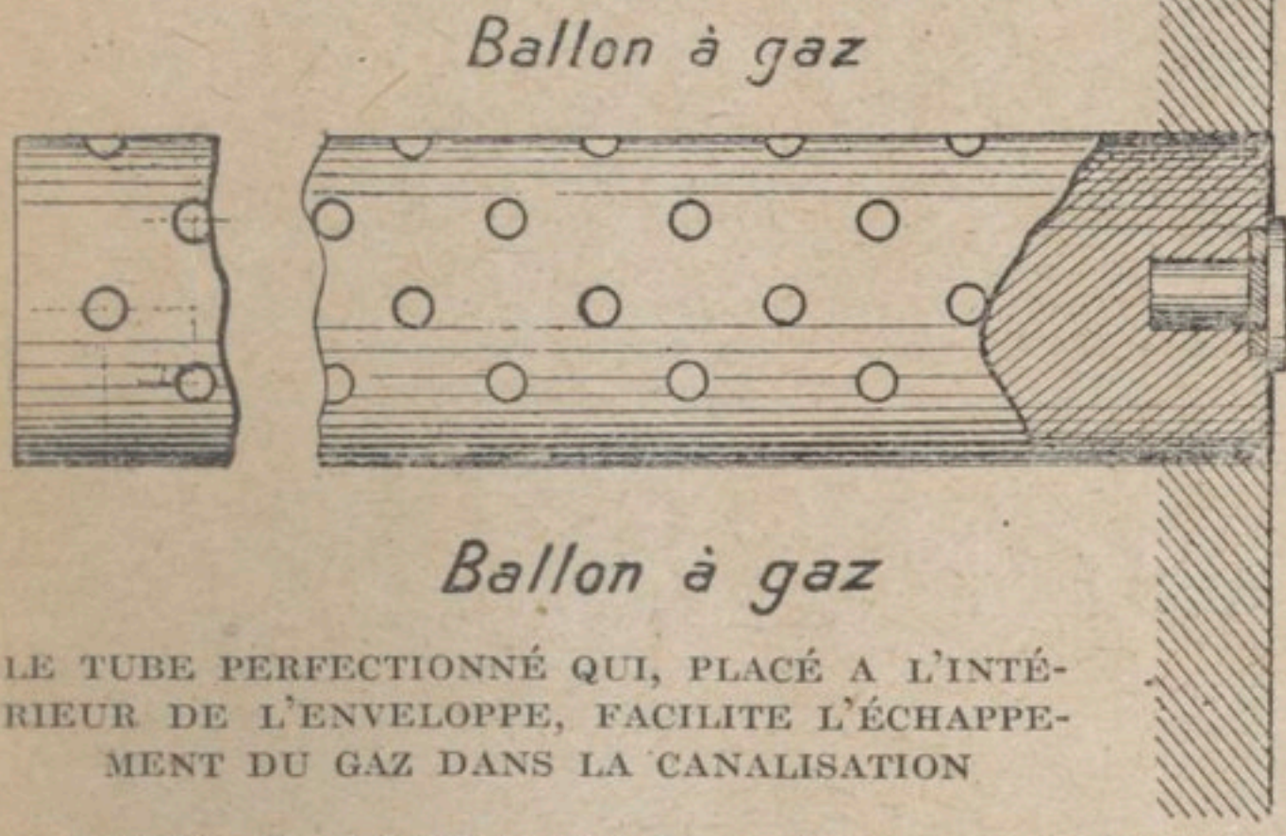
Pour munir une voiture découverte d'une enveloppe à gaz, il est nécessaire de disposer d'un support spécial, adapté au type de l'auto. Le dispositif manque peut-être d'élégance, mais il n'est pas d'une réalisation très difficile.

des automobiles. Il se compose essentiellement de deux parties : 1° d'un ballon renfermant le gaz ; 2° d'une canalisation reliant le ballon au moteur. Récemment, on est parvenu à substituer au ballon, volumineux et fragile, un tube peu encombrant et très résistant dans lequel le gaz est comprimé à plusieurs atmosphères. Mais comme le ballon a été employé en premier lieu et, qu'aujourd'hui encore, c'est le plus usité, il convient de le décrire tout d'abord.

Par suite de son volume relativement élevé, le ballon de gaz ne peut être placé que sur le toit de l'automobile. Quand celle-ci est une voiture découverte, il faut donc disposer d'un support spécial adapté au type de l'auto. Ce support est généralement difficile à établir et surtout trop peu pratique pour avoir décidé beaucoup de propriétaires de voitures découvertes à expérimenter le *coal-gas*. Pour cette raison, l'emploi de celui-ci a été limité aux limousines et surtout aux autocars jusqu'au jour où le tube de gaz comprimé a remplacé le ballon.

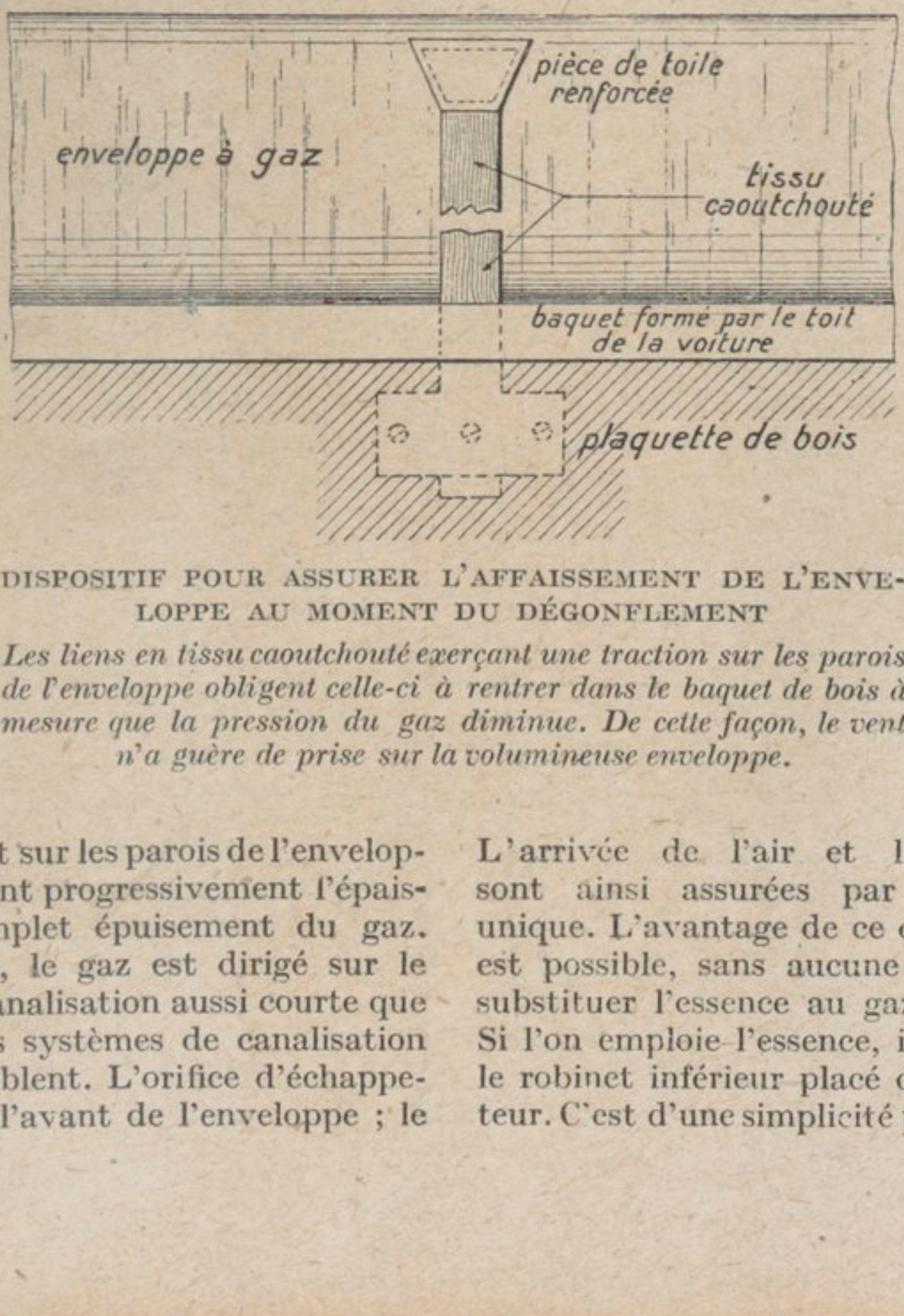
Le ballon utilisé est de forme allongée ; sa section est parfois rectangulaire, mais, plus souvent, celle d'un demi-cercle dont le diamètre repose sur le toit du véhicule. Ses dimensions varient, naturellement, suivant celles de la voiture sur laquelle il est placé. Le tissu caoutchouté dont il est fait est semblable à celui des aéronefs ; il est si imperméable que les pertes de gaz, en vingt-quatre heures, n'excèdent pas 20 centimètres cubes. Imperméable au gaz, il l'est également à l'eau, et la pluie n'a sur lui aucun effet fâcheux. Le gaz est insufflé dans le ballon au moyen d'une canalisation aboutissant à un tube de quelques centimètres de diamètre, percé de trous et placé à l'intérieur de l'enveloppe. Au moment de l'emploi, ce tube permet au gaz de s'échapper par la canalisation, même si, sous l'action d'un coup de vent, l'enveloppe s'affaisse sur elle-même ; de cette façon, le ballon peut être entièrement vidé. La pression du gaz à l'intérieur du ballon étant de très peu supérieure à la pression atmosphérique, il est, en effet, très important de s'assurer que le dégonflement partiel de l'enveloppe n'amè-

nera pas un arrêt dans l'échappement du gaz. A cet effet, M. Ernest Lyon a pourvu le ballon de ses voitures d'un dispositif simple et efficace qui assure l'affaissement régulier du sommet de l'enveloppe à mesure que celle-ci se dégonfle. L'ensemble forme ainsi



LE TUBE PERFECTIONNÉ QUI, PLACÉ A L'INTÉRIEUR DE L'ENVELOPPE, FACILITE L'ÉCHAPPEMENT DU GAZ DANS LA CANALISATION

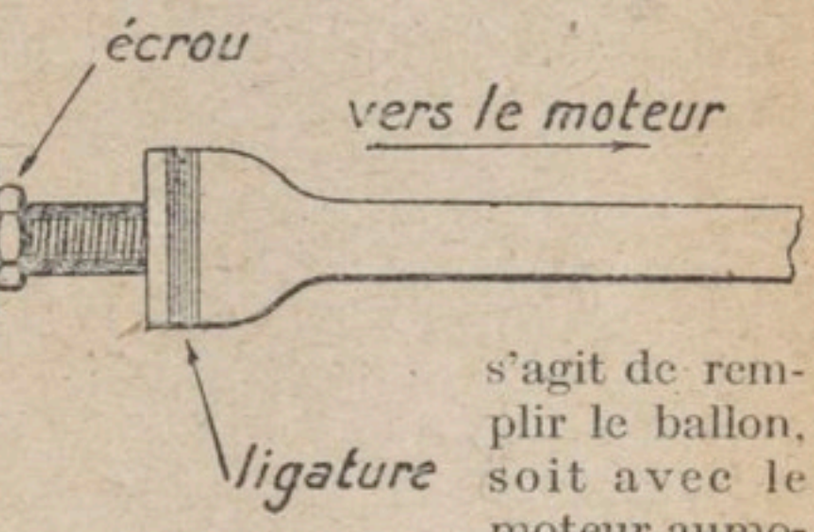
une sorte de soufflet qui force le gaz à s'échapper dans le tube perforé qui précède le tuyau de la canalisation. Le ballon est placé dans un baquet de bois, fixé sur le toit de la voiture. Son sommet est pourvu de sangles de toile parallèles, dont les extrémités aboutissent à de petits renforts cousus sur les faces latérales de l'enveloppe ; ces renforts sont reliés directement aux bords du baquet par des liens en caoutchouc. Quand l'enveloppe est gonflée, la pression du gaz, si faible qu'elle soit, est tout de même suffisante pour tendre les liens, mais au fur et à mesure que le ballon s'affaisse et que la pression diminue, ces liens tirent sur les parois de l'enveloppe, et en diminuent progressivement l'épaisseur jusqu'à complet épuisement du gaz.



DISPOSITIF POUR ASSURER L'AFFAISSEMENT DE L'ENVELOPPE AU MOMENT DU DÉGONFLEMENT

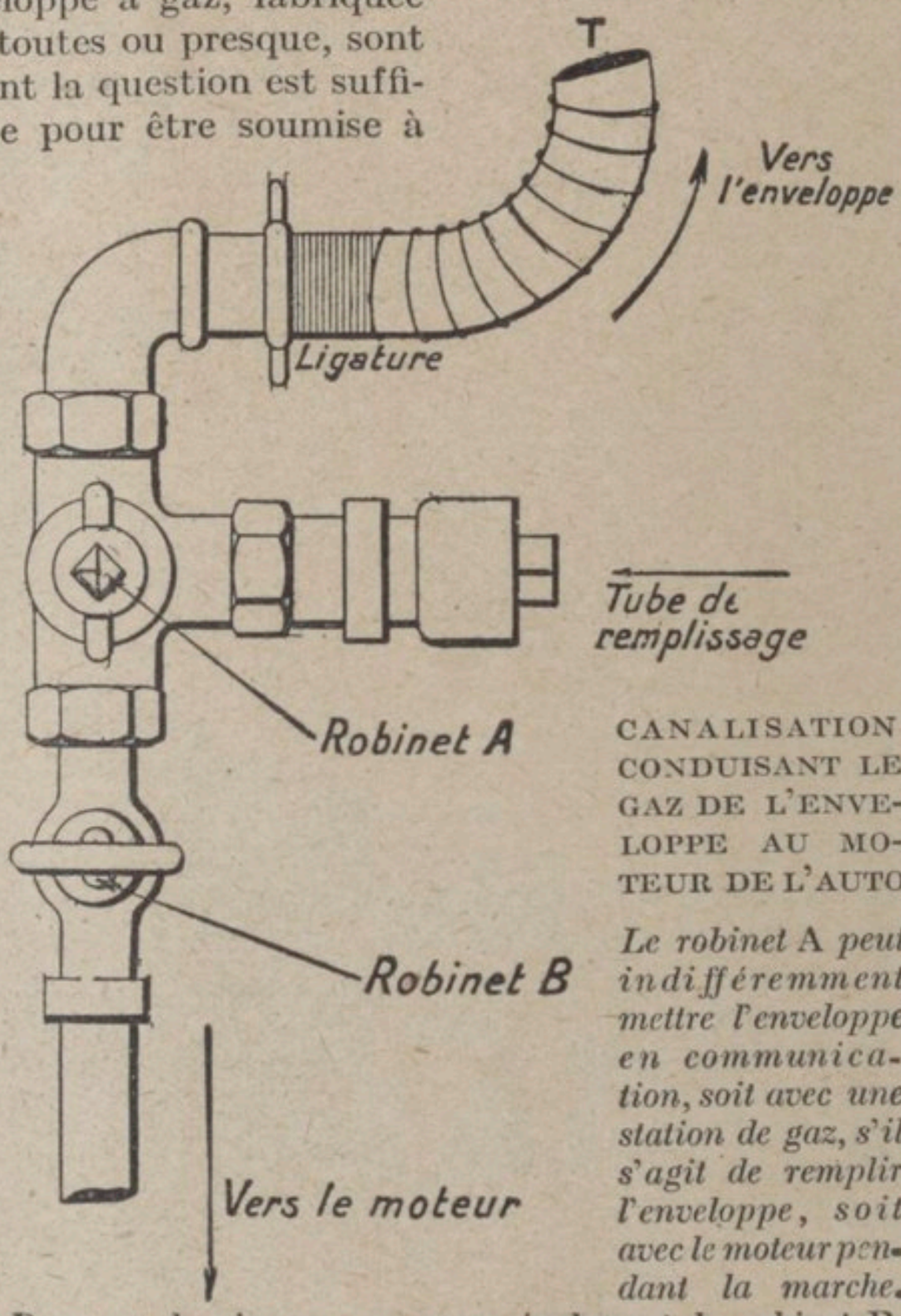
Les liens en tissu caoutchouté exerçant une traction sur les parois de l'enveloppe obligent celle-ci à rentrer dans le baquet de bois à mesure que la pression du gaz diminue. De cette façon, le vent n'a guère de prise sur la volumineuse enveloppe.

De l'enveloppe, le gaz est dirigé sur le moteur par une canalisation aussi courte que possible. Tous les systèmes de canalisation essayés se ressemblent. L'orifice d'échappement est situé à l'avant de l'enveloppe ; le tuyau, qui est constitué par un tube caoutchouté armé, descend le long du tablier et aboutit à un groupe de robinets. Le premier de ces robinets est à trois voies, c'est-à-dire qu'il peut indifféremment mettre l'enveloppe en communication, soit avec une station de gaz, s'il



s'agit de remplir le ballon, soit avec le moteur, au moment de la mise en marche. Face à ce robinet est la bouche de charge sur laquelle on branche le tuyau de remplissage. En dessous est le second robinet que l'on ouvre seulement pendant la marche du moteur. La seconde partie de la canalisation est reliée au carburateur par un tube de 18 mm. de diamètre, pourvu des coudes et des joints nécessaires. Les modifications apportées au carburateur sont extrêmement simples. La commande d'admission est placée en arrière du carburateur, le gaz étant amené aussi près que possible des soupapes. Le carburateur est commandé, comme à l'habitude, par la pédale de l'accélérateur, mais cette pédale actionne en même temps un robinet placé sur le tuyau de la canalisation. L'arrivée de l'air et l'arrivée du gaz sont ainsi assurées par une commande unique. L'avantage de ce dispositif est qu'il est possible, sans aucune modification, de substituer l'essence au gaz et inversement. Si l'on emploie l'essence, il suffit de fermer le robinet inférieur placé devant le conducteur. C'est d'une simplicité presque enfantine.

L'installation du gaz d'éclairage sur les automobiles n'est donc nullement compliquée et elle peut être effectuée rapidement et à peu de frais. La seule difficulté réside dans l'obtention de l'enveloppe à gaz, fabriquée dans des usines qui, toutes ou presque, sont militarisées. Cependant la question est suffisamment intéressante pour être soumise à un examen sérieux de la part des fabricants. L'une des plus importantes manufactures anglaises de caoutchouc a compris l'intérêt national qui s'attache à la diffusion du *coal-gas* et elle a pris des mesures telles qu'il lui est possible, dès à présent, de fournir 80 enveloppes par jour. Le gouvernement britannique est d'ailleurs favorable à l'emploi du gaz pour l'alimentation des moteurs d'automobiles, car, plus répandu qu'il ne l'est encore, il permettrait de réaliser en essence de sérieuses économies.



CANALISATION CONDUISANT LE GAZ DE L'ENVELOPPE AU MOTEUR DE L'AUTO

Le robinet A *peut indifféremment mettre l'enveloppe en communication, soit avec une station de gaz, s'il s'agit de remplir l'enveloppe, soit avec le moteur pendant la marche.*

Dans ce dernier cas, on ouvre également le robinet B. *Ce dispositif est généralement placé devant le conducteur, sur l'un des côtés du tablier de la voiture.*

Naturellement, le système, comme toute innovation, a eu ses détracteurs. On lui a reproché notamment son peu d'élégance, son encombrement, les difficultés de ravitaillement et enfin le danger de circuler dans les rues avec une enveloppe à gaz que la moindre étincelle ferait éclater. Les partisans du nouveau carburant ont répondu à ces critiques avec beaucoup de raison : « la question d'élégance, ont-ils dit, n'est d'aucune importance en temps de guerre ; l'encombrement n'est pas aussi grand qu'on le prétend, à condition de placer l'enveloppe sur le toit de la voiture ; les difficultés de ravitaillement peuvent être vaincues par l'accroissement du nombre des stations à gaz ; le danger, enfin, est plus apparent que réel, puisque, jusqu'à présent, on n'a encore enregistré aucun accident, bien que la quantité de voitures alimentées par le *coal-gas* dépassât déjà plusieurs centaines ». On trouve la confirmation de ce fait dans la décision des compagnies d'assurance de ne pas augmenter le prix des polices pour les automobiles fonctionnant au moyen des enveloppes à gaz d'éclairage.

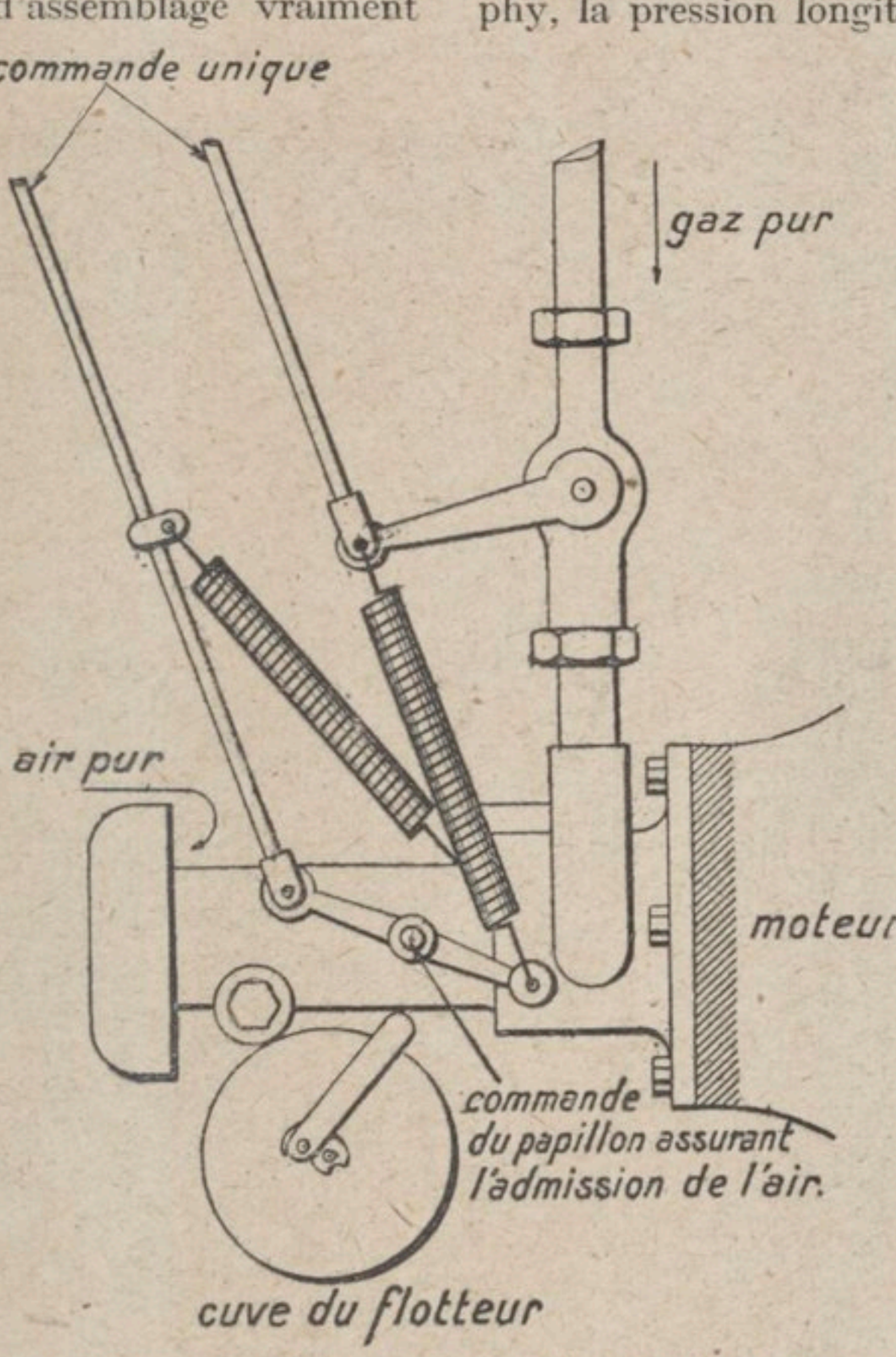
Toutefois, beaucoup d'automobilistes hésitaient encore à recourir au gaz quand des industriels anglais lancèrent sur le marché un réservoir métallique dont l'emploi supprime radicalement les défauts du ballon. Le gaz, comprimé de 25 à 500 atmosphères dans des tubes spéciaux, ne présente plus le moindre danger et peut être transporté dans un cylindre d'acier, à peine plus volumineux qu'un réservoir à essence.

A vrai dire, on avait songé depuis longtemps à recourir au gaz comprimé, le ballon ne constituant, en dépit de son succès, qu'une solution provisoire. Pour emmagasiner de grandes quantités de gaz sous un petit volume, il est naturellement indispensable de le compresser. Sous 25 atmosphères, le gaz peut être aussi efficacement employé qu'à la pression atmosphérique. On avait d'abord pensé à utiliser les gros tubes de fonte tels que ceux dont on se sert, dans l'aérostation, pour transporter l'hydrogène, mais leur poids excessif ne permettait pas d'en pourvoir une voiture ordinaire. De plus, ils ne présentent qu'un coefficient de sécurité tout à fait insuffisant ; souvent des accidents d'une extrême gravité se produisent, soit que la pression du gaz ait été supérieure à la résistance du tube, soit que celui-ci ait été soumis à un choc un peu violent. Il fallait donc trouver un réservoir spécial, assez léger pour être transporté sur une automobile quelconque et suffisamment résistant pour être soumis sans inconvénient aux vibrations continuelles et aux secousses les

plus rudes. M. S. Murphy, qui dirige, en Irlande, la Murphy Submarine Pipe Line Co., a établi un réservoir cylindrique qui répond à ces desiderata. Quoique entièrement en acier, il présente une souplesse parfaite, condition indispensable de sécurité, qu'il doit à la fois à la qualité de l'acier dont il est fait et à son mode d'assemblage vraiment remarquable.

Le cylindre Murphy se compose : 1° du tube proprement dit ; 2° d'une enveloppe extérieure ; 3° de deux chapeaux ; 4° d'une série de tringles axiales (fig. p. 22).

Le tube consiste en un mince cylindre d'acier simplement soudé. Sa résistance est relativement minime, car il ne sert que d'enveloppe hermétique ; il doit être seulement assez épais pour ne pas être poreux. Autour de ce tube s'enroule, en couches superposées d'autant plus nombreuses que la compression est plus forte, un ruban d'acier à haute résistance. Ce ruban est enroulé en spirale, les spires étant disposées de droite à gauche, pour la première couche, de gauche à droite pour la seconde — ou inversement. Chaque extrémité du ruban est fixée au tube et aux chapeaux par une bague ajustée convenablement. Le cylindre et son enveloppe extérieure sont fermés par des disques d'acier ou chapeaux au moyen d'un dispositif d'obturation qui varie suivant la pression à laquelle doit résister le tube. Dans tous les cas, ces deux chapeaux sont reliés l'un à l'autre par des tringles métalliques à haute résistance, dont le nombre et la solidité préviennent tout risque d'écla-



LA COMMANDE QUI ASSURE L'ARRIVÉE DU GAZ D'ÉCLAIRAGE AU CARBURATEUR

Le carburateur peut être facilement modifié pour permettre l'emploi du gaz à la place de l'essence. Comme à l'habitude, la pédale de l'accélérateur assure la commande du carburateur, mais cette commande actionne, en même temps, un robinet placé sur le tuyau de la canalisation de gaz. L'arrivée de l'air et l'arrivée du gaz sont ainsi assurées par une commande unique.

tement du tube dans le sens longitudinal. On sait que tout gaz compressé dans un récipient cylindrique exerce un effort d'expansion en deux directions, dans le sens de la longueur, c'est-à-dire sur les extrémités du cylindre, et dans celui de la largeur, c'est-à-dire sur les parois. Dans le cylindre Murphy, la pression longitudinale ou axiale est supportée par les tringles intérieures, tandis que la pression latérale ou radiale s'exerce sur l'enveloppe extérieure formée par les spires d'acier.

Le résultat de ce mode de construction est une résistance remarquable, exactement calculée pour assurer à l'ensemble un coefficient de sécurité satisfaisant. Les tubes de M. Murphy sont construits en différents modèles. Le premier, le plus courant, est destiné à emmagasiner du gaz sous une pression de 25 atmosphères, ce qui représente un effort de 40.000 kilos sur les chapeaux. La surface de chacun de ceux-ci est de 15 décimètres carrés environ. La longueur du tube est de 45 centimètres. Si un tube de fonte ordinaire devait supporter sur ses extrémités une pression de 40.000 kilos, il lui faudrait des parois cinq fois plus épaisses que celles des réservoirs de M. Murphy ; les chapeaux devraient, eux, être dix fois plus épais. La présence des tringles axiales explique cette différence. Le constructeur du tube affirme d'ailleurs — et les expériences lui donnent raison — qu'une pression de 120.000 kilos sur les chapeaux ne les ferait pas éclater, bien que l'épaisseur de ces chapeaux soit seulement de 6 millimètres.

L'emploi du réservoir de M. Murphy supprime donc tous les inconvénients qui limitaient le développement du gaz d'éclairage dans son application à l'automobile de tourisme ou de transport en commun. Il écarte complètement le danger d'explosion, tandis que son poids relativement faible permet de le placer sur la plupart des voitures.

En même temps que M. Murphy, d'autres industriels expérimentèrent des réservoirs-tubes et presque tous obtinrent de très bons résultats. L'un d'eux a créé un dispositif très intéressant pour activer le remplissage des tubes. Au lieu de remplir directement les réservoirs de la voiture, il comprime d'abord le gaz dans des cylindres spéciaux, ce qui demande environ une heure vingt. Quand ces cylindres sont remplis de gaz, on les relie aux réservoirs du véhicule, qui, de cette façon, se trouvent rechargés en quatre minutes. Cette double opération a l'avantage de ne pas immobiliser la voiture pendant l'opération du chargement des réservoirs.

Ceux-ci ont chacun une capacité de 4 mètres cubes environ, ce qui permet de parcourir la même distance qu'avec 4 litres ½ d'essence. Comme la voiture expérimentée dispose de trois réservoirs, l'approvisionnement en gaz équivaut donc à 13 litres 5 de pétrole.

Des essais comparés ont été faits avec la même automobile, alimentée successivement par du gaz d'éclairage et de l'essence de pétrole. Ils ont donné les résultats suivants :

4 mètres cubes de gaz ont permis de parcourir exactement 22 km. 075.

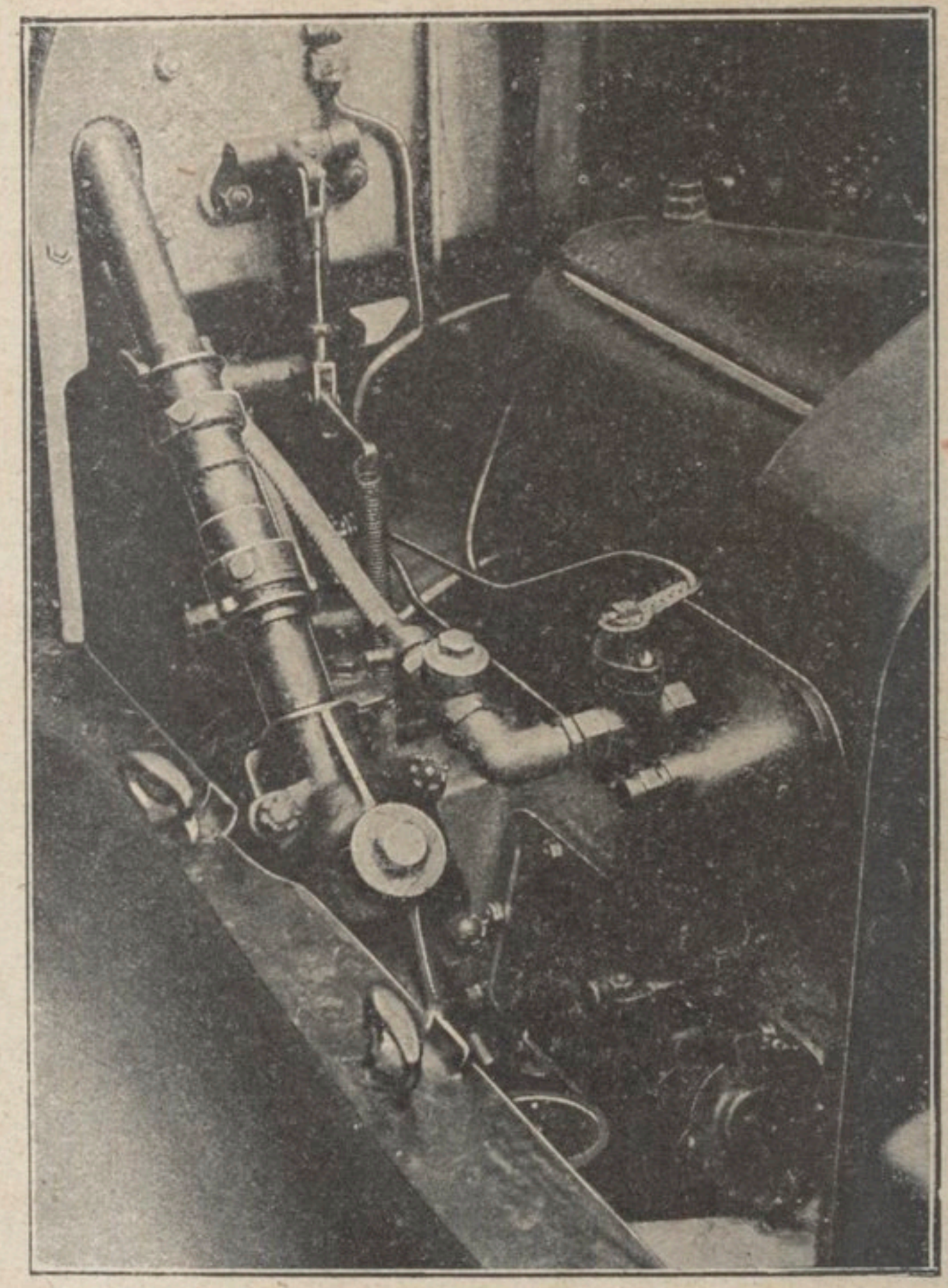
4 litres ½ d'essence ont permis d'effectuer sur route un trajet de 18 km. 640.

Dans des conditions identiques, la vitesse sur une distance de 1500 mètres est donc légèrement plus grande quand le moteur est alimenté au gaz d'éclairage ordinaire.

Mais la supériorité de ce dernier apparaît surtout lorsque l'on compare son prix avec celui de l'essence. Pour un camion de 4.500 kilos, le coût du kilomètre ne dépasse guère 5 à 6 centimes. Comparé à l'essence, le gaz est donc d'un usage très avantageux.

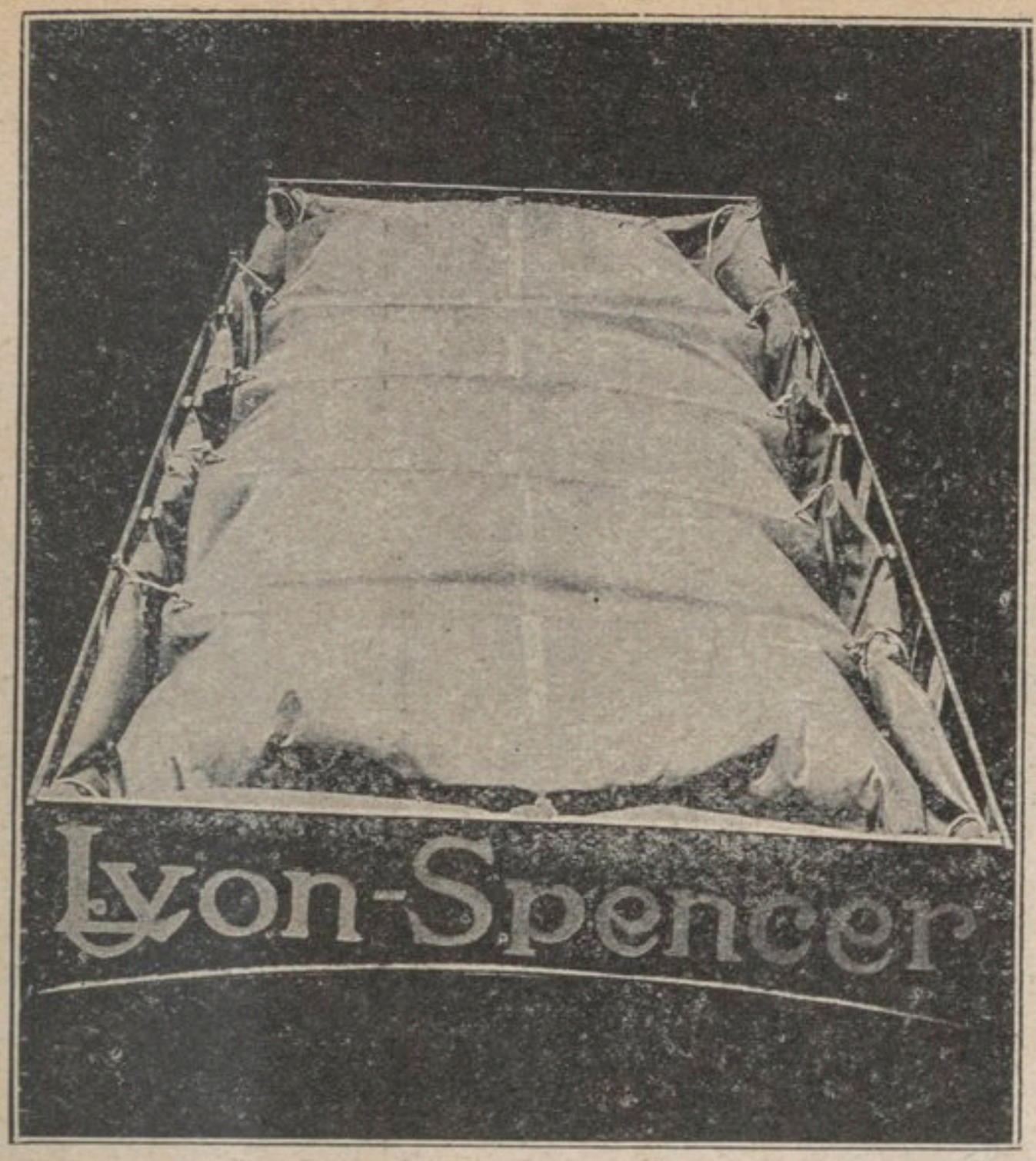
Cependant, il faut tenir compte du poids des réservoirs qui, par suite de la surcharge qu'ils imposent aux pneus, réduisent un peu la durée de ceux-ci. On peut aussi faire intervenir le coût de la compression du gaz dans les réservoirs, mais cette somme est minime et n'augmente le prix de revient que d'une façon relativement insignifiante.

Sur les motocyclettes, le gaz, comme carburant, peut également rendre des services. Mais le poids des tubes est trop élevé pour qu'il soit possible d'employer le gaz comprimé, et l'on doit se contenter de recourir aux ballons. Naturellement, la machine ne se prête que très imparfaitement aux montages de ceux-ci et, pour disposer d'un certain rayon d'action, on est obligé de leur donner un volume considérable sur lequel l'air a une prise énorme. En somme, l'emploi du gaz



COMMENT LA CANALISATION DE GAZ ABOUTIT AU MOTEUR DE LA VOITURE LYON-SPENCER

sur les motocyclettes ne paraît pas aussi pratique que sur les automobiles. Il a pourtant tenté un certain nombre d'amateurs dont le régime des restrictions a porté atteinte au sport préféré. Ceux-là se sont efforcés de disposer le ballon de gaz de façon à ne pas être gênés par lui dans la conduite de leur machine. Le plus souvent, ils l'ont situé au-dessus du side-car ou même à la place de celui-ci.



ASPECT D'UNE ENVELOPPE A GAZ D'ÉCLAIRAGE AU DÉBUT DU GONFLEMENT

Dans le premier cas, l'enveloppe qui affecte la forme d'un cylindre terminé à chacune de ses extrémités par une calotte conique, est soutenue par deux supports métalliques. A l'avant, une sorte de cuirasse très mince fait office de coupe-vent, tandis que des ficelles, placées longitudinalement par-dessus l'enveloppe, empêchent celle-ci de flotter lorsqu'elle commence à se dégonfler.

L'économie

L'ENVELOPPE COMPLÈTEMENT GONFLÉE SUR UNE VOITURE DE LIVRAISON

Le véhicule peut rouler facilement pendant 20 kilomètres sans avoir besoin d'être ravitaillé en gaz.

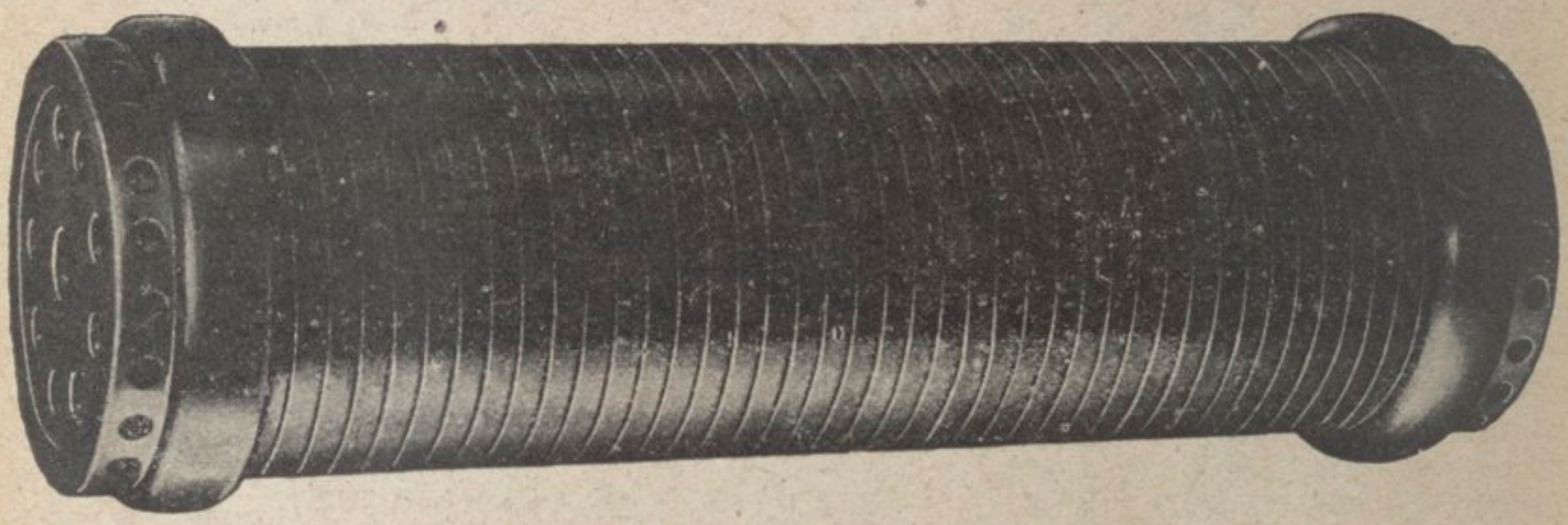
réalisée est tout aussi sensible qu'avec les automobiles. L'enveloppe, dont le poids est voisin de 3 kilos, contient environ 250 décimètres cubes de gaz, ce qui permet à une moto de 2 HP 5 de rouler sur un parcours de 20 kilomètres. La dépense est de 5 centimes.

On peut admettre que 10 mètres cubes de gaz, coûtant, en Angleterre, de 2 fr. 50 à 5 francs, suivant les contrées — les prix étant très variables — équivalent à 18 litres d'essence, dont le prix actuel est de 16 francs, plus une surtaxe de guerre de 2 fr. 50.

Au point de vue du fonctionnement, le résultat obtenu est excellent et le moteur marche même plus régulièrement qu'avec de l'essence. La combustion est parfaite et tous les ennuis, parfois forts gênants, inhérents à l'emploi d'un gaz aussi humide que le gaz d'essence sont entièrement supprimés.

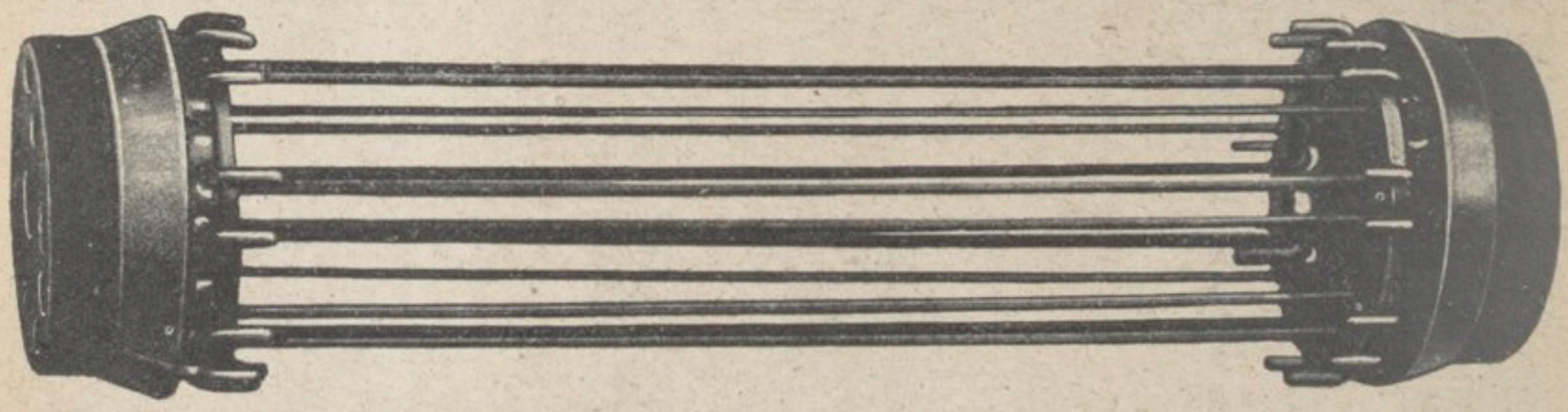
La difficulté de disposer convenablement l'enveloppe sur la motocyclette, son manque d'élégance et son encombrement sont les inconvénients réels du système, mais les avantages que l'on tire de son emploi sont suffisants pour que l'on ne s'arrête pas à ces considérations, somme toute secondaires.

Le grand reproche que l'on a adressé au *coal-gas* est que son usage limite l'étendue du rayon d'action des automobiles. Des autobus pourvus d'une enveloppe très volumineuse ne peuvent guère dépasser 16 à 18 kilomètres ; un tube-réservoir ne permet pas de franchir une distance beaucoup plus considérable sans ravitaillement. L'usage de ce carburant a donc entraîné la création de stations de gaz, espacées les unes des autres de 16 kilomètres environ, sur les routes les plus fréquentées et surtout sur celles qui sont sillonnées par des autocars. C'est ainsi que les autobus au *coal-gas*, qui font le service entre Shoreham et Brighton, se ravitaillent tous les 16 kilomètres. De Eastbourne à Londres, la route est également aménagée de façon à permettre la circulation et le rechargement des automobiles à gaz. De même, dans le district de Bourne-



VUE EXTÉRIEURE D'UN TUBE A GAZ COMPRIMÉ DE LA MURPHY PIPE LINE CO.

L'enveloppe à gaz présentant quelques inconvénients par suite de son volume relativement considérable, un industriel d'Irlande a songé à lui substituer un tube métallique spécialement construit pour offrir une grande résistance en dépit de la haute pression à laquelle le gaz qu'il contient est comprimé.



LES TRINGLES D'ACIER ASSURANT LA RÉSISTANCE AXIALE DU TUBE MURPHY

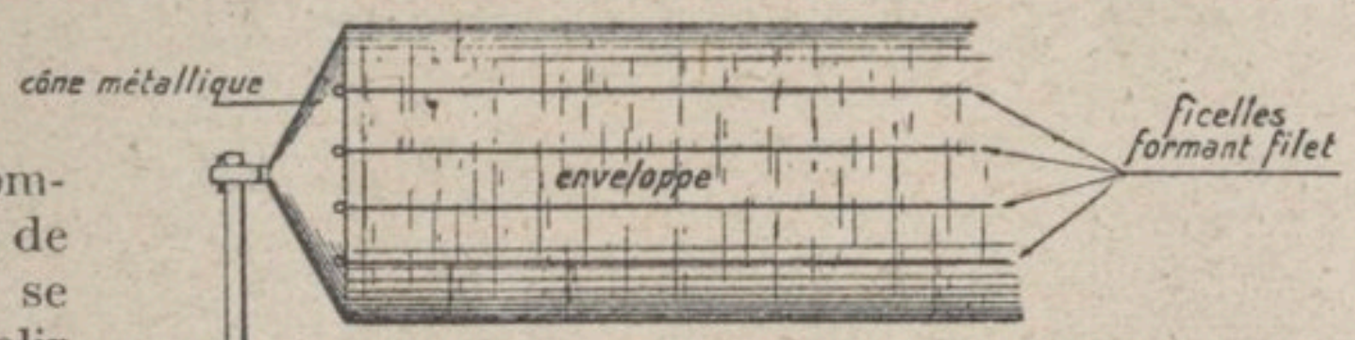
Le tube Murphy se compose: 1° d'un cylindre d'acier très mince servant d'enveloppe; 2° d'une série de tringles axiales assurant dans le sens longitudinal la résistance de l'ensemble; 3° de deux épaisseurs d'un ruban d'acier à haute résistance, enroulé en spirales le long du cylindre. Cette construction a donné des résultats particulièrement remarquables.

CETTE MOTOCYCLETTE AU GAZ ROULE VINGT KILOMÈTRES POUR CINQ CENTIMES

Sur les motocyclettes, le gaz comprimé ne saurait être employé, parce que le poids du tube est trop élevé. Il faut donc recourir à l'enveloppe à gaz en s'efforçant de la disposer de façon à ce qu'elle ne gêne pas le motocycliste dans la conduite de sa machine.

mouth, des stations pourvues de réserves de gaz sont installées sur les routes les plus fréquentées. Certaines sont ouvertes de jour et de nuit, comme celles de Lymington, Milford, Christchurch, Brankoome, etc... Des plaques indicatrices les signalent à l'attention des automobilistes, tandis que la Compagnie du gaz de Bournemouth se charge de remplir les enveloppes au prix de 4 francs les 5 mètres cubes. Les automobiles dont se sert cette compagnie sont d'ailleurs exclusivement alimentées par le gaz.

L'application du gaz d'éclairage au fonctionnement des moteurs à explosion n'est donc plus seulement le fait de quelques innovateurs audacieux. Avec ce sens pratique qui les caractérise, nos amis et alliés ont su adapter rapidement une idée extrêmement intéressante aux besoins de l'heure actuelle. L'industrie des transports, dans les Iles-Britanniques, était menacée d'un arrêt indéfini par suite de la rareté de l'essence et de la consommation formidable qui en est faite aux armées. Grâce au gaz, cette menace n'existe plus, car si l'emploi de ce carburant présente encore quelque léger ennui pour le particulier, il n'offre que des avantages pour le concessionnaire de transports en commun. Demain, tous les autocars, qui circulent en si grand nombre dans le Royaume-Uni, seront pourvus d'un réservoir à gaz et n'utiliseront plus que ce carburant pour alimenter leur moteur.

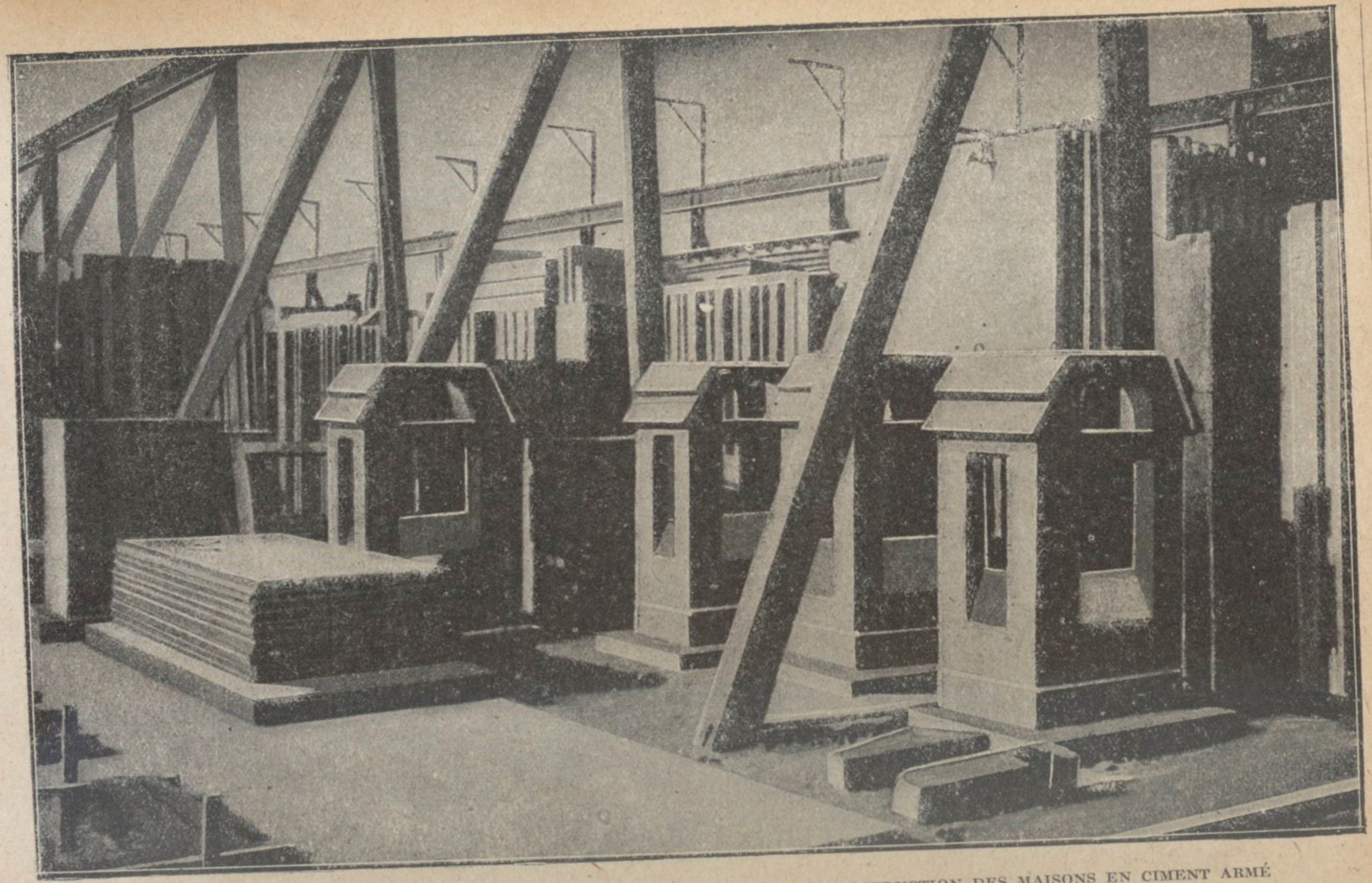


SUPPORT D'ENVELOPPE A GAZ POUR MOTOCYCLETTE

Au lieu de placer l'enveloppe à la hauteur de la motocyclette, on peut la surélever au moyen d'un support en tubes d'acier. Le cône métallique placé à l'avant de l'enveloppe la protège efficacement et s'oppose notamment à sa déformation sous l'action du vent.

L'usage du gaz survivra-t-il à la guerre? Nous le croyons, mais devrait-il disparaître avec elle qu'il n'en restera pas moins un exemple typique de l'initiative anglaise aux heures les plus graves de l'Histoire

PIERRE DESBORDES.



MATÉRIAUX DIVERS, PRÉPARÉS D'AVANCE EN GRAND NOMBRE, POUR LA CONSTRUCTION DES MAISONS EN CIMENT ARMÉ

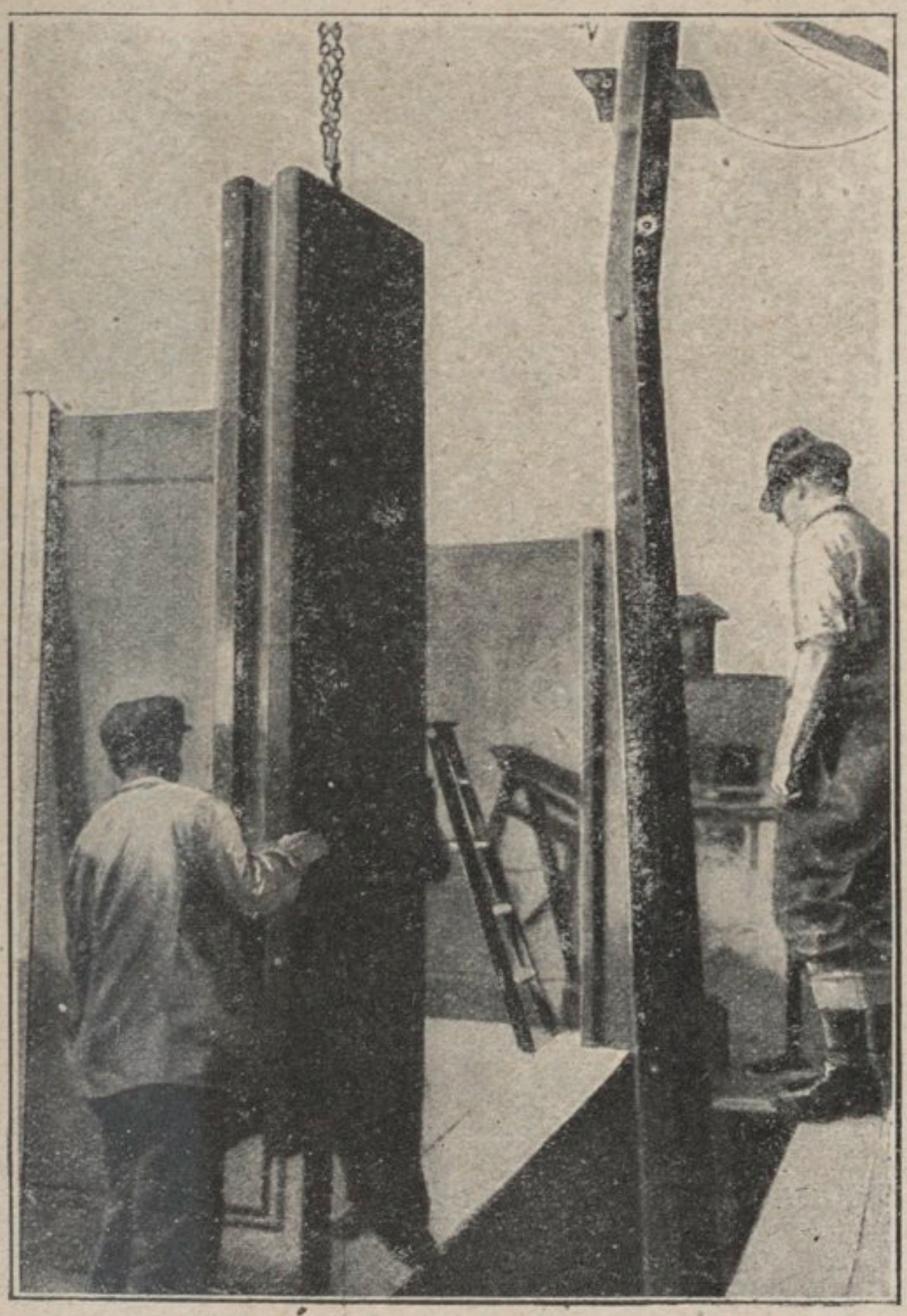
DES MAISONS FABRIQUÉES D'AVANCE EN SÉRIE ET MONTÉES EN QUELQUES JOURS

Par Georges FORSTER

Jusqu'ici, les méthodes de fabrication en série avaient été appliquées aux objets de ménage, aux machines-outils, aux instruments agricoles, etc. Ce sont elles également qui ont rendu possible l'introduction sur le marché du complet à 50 francs, de la montre à cent sous, des souliers à 7 fr. 50 la paire et de l'automobile Ford à 1.800 francs pièce, prix courants d'avant-guerre.

L'augmentation phénoménale du prix de la main-d'œuvre et des matériaux aux Etats-Unis a rendu nécessaire d'industrialiser la construction des maisons, car les anciennes méthodes de travail ne permettaient plus aux ouvriers de se loger ni de vivre décemment avec les salaires modestes qui leur étaient souvent attribués.

Le travailleur n'achète ni ses vêtements ni ses souliers chez des tailleurs ou chez des cordonniers de village, aujourd'hui remplacés par des manufactures qui travaillent en série à des prix très bas. Cependant, il continue à faire construire sa maison par un maçon de village, et il paie très cher un logement peu confortable. Les maisons de l'ouvrier et de l'employé sont édifiées comme autrefois par des entrepreneurs qui n'ont d'autre but que leur bénéfice et qui suivent l'ancienne méthode du « va comme je te pousse ». Ces habitations, chères et d'aspect quelconque, se détériorent rapidement ; leurs occupants sont fatalement peu soigneux, ce qui engendre souvent la maladie. Si, par hasard, elle est tant soit peu confortable, la maison ouvrière ne convient nullement aux familles nombreuses qu'elle doit abriter et qui pâtissent alors d'un entassement très dangereux.



FABRICATION DES PANNEAUX DE MURAILLES

On voit ici le dressage, par un ouvrier, de la mortaise d'assemblage d'un panneau mural en ciment armé.

La statistique prouve qu'un quart des

salaires payés aux travailleurs américains de toutes professions est dépensé par eux pour l'achat ou la location d'un logis.

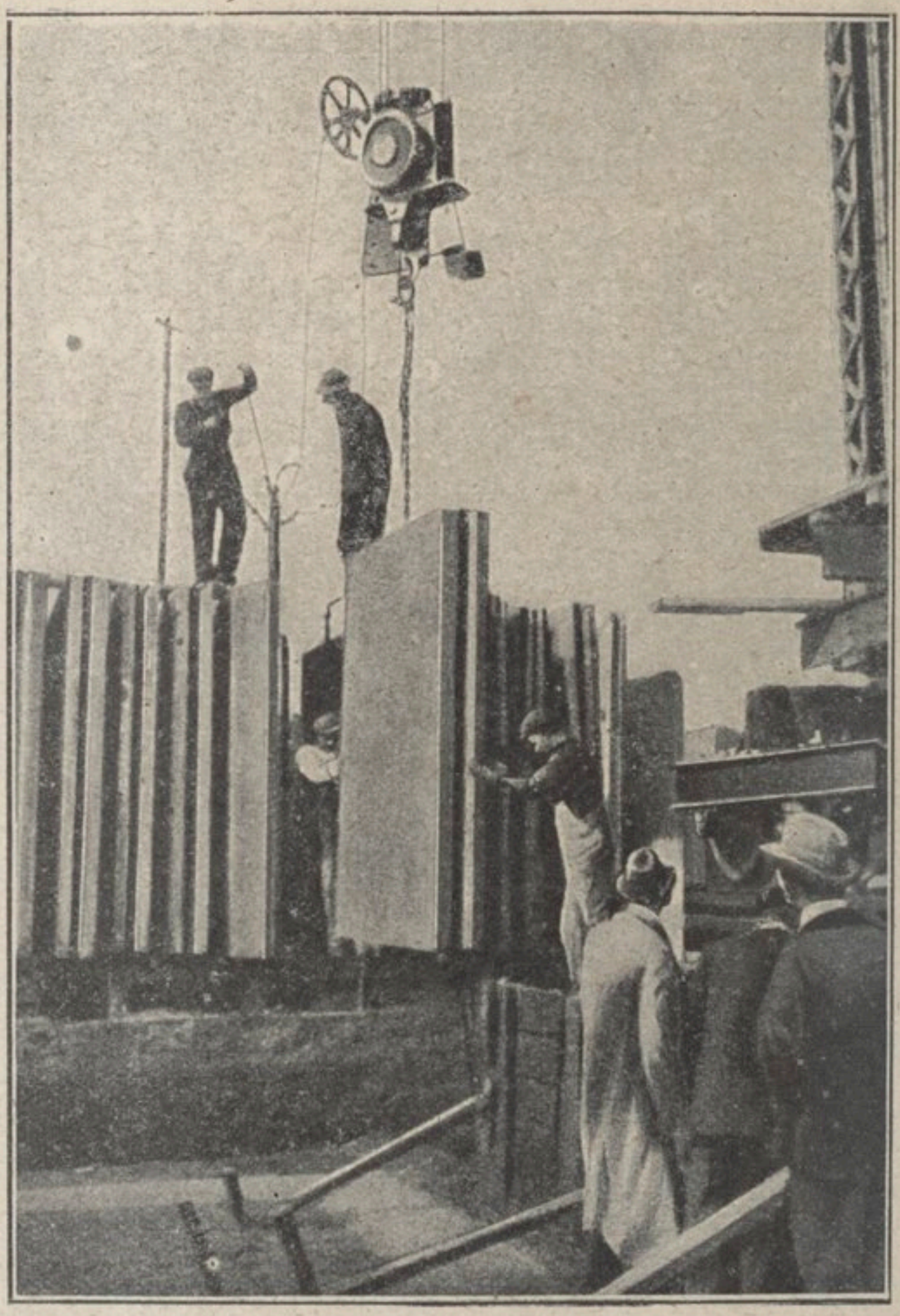
D'autre part, le Census montre que 20 milliards sont employés annuellement aux Etats-Unis pour la construction des habitations. Si l'on examine le détail de cet énorme budget, on constate que 80 % des logements ouvriers sont construits en bois, par des spéculateurs, sur des plans surannés, avec de mauvais matériaux, et par des artisans inhabiles. Il en résulte d'énormes charges provenant des pertes par incendie, du paiement de fortes primes d'assurances, de réparations dispendieuses et aussi de fréquentes maladies dues aux conditions mauvaises de l'existence dans des locaux inconfortables.

Or, il est aujourd'hui démontré que seul peut atteindre un haut rendement l'ouvrier qui vit heureux et qui sait se respecter, aussi bien chez lui que dans son usine. Les relations entre le patron et l'employé ne peuvent être qu'améliorées largement si ce dernier vit dans un logement propre et soigneusement entretenu, qui le rend stable, ordonné et, par conséquent, apte à fournir un travail fructueux.

L'instabilité de l'artisan et de l'employé de bureau est une des plaies de l'industrie moderne, car elle empêche les collaborateurs du patron d'agir dans l'intérêt de ce dernier, qui est également le leur. En consultant les rôles de main-d'œuvre des grandes usines, on constate que le nombre d'hommes qui roulent sans cesse d'atelier en atelier se monte à environ trois à cinq fois l'effectif du personnel réellement présent chaque semaine. Ainsi, même aux usines Ford, où l'on emploie en moyenne 12.000 ouvriers, on voit passer chaque année plus de 60.000 personnes.

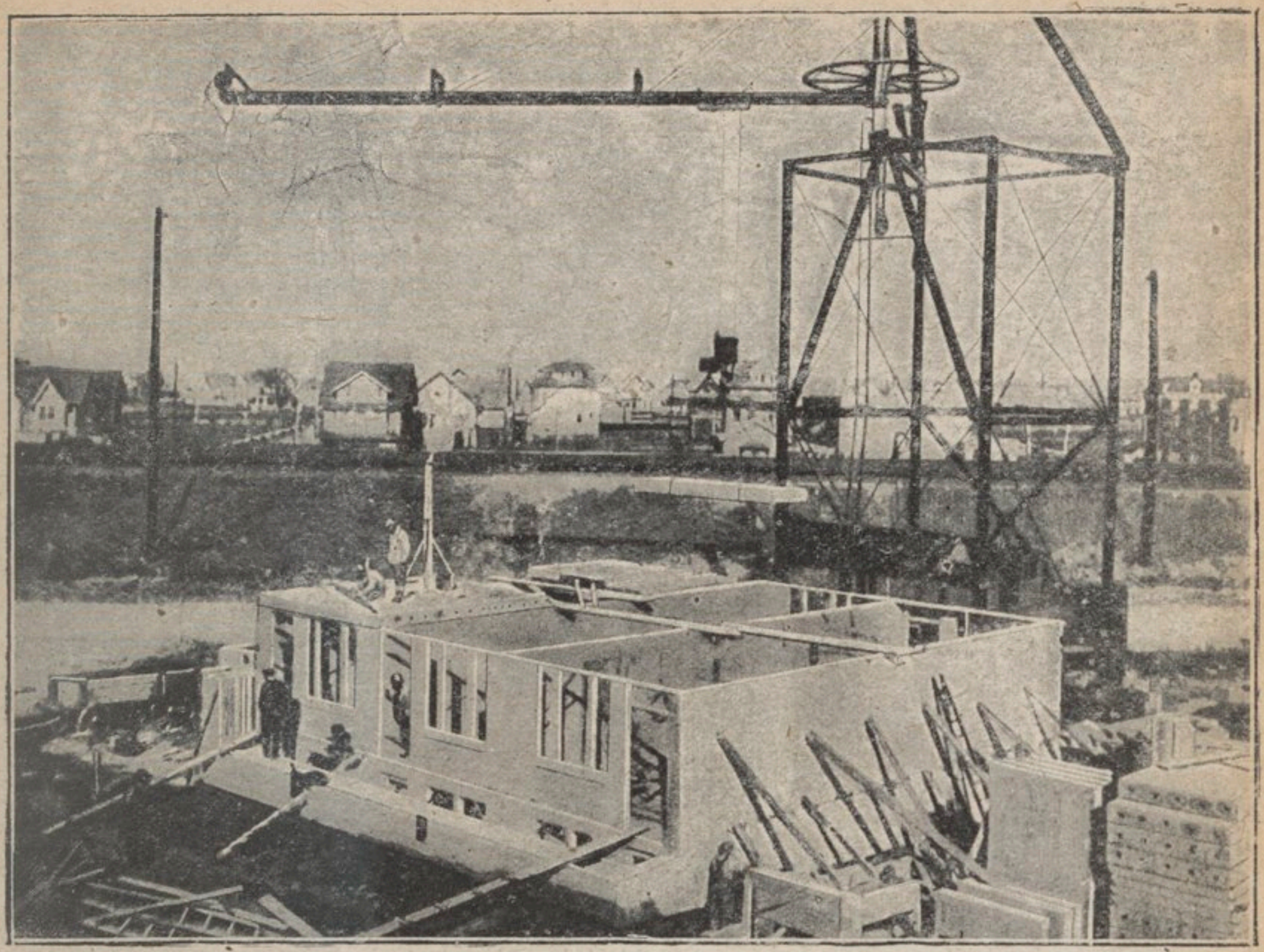
Etant donné la nécessité, aujourd'hui reconnue, de construire de grandes quantités de logements confortables pour les travailleurs, il s'est produit dans l'industrie du bâtiment une demande subite qui a de beaucoup dépassé les possibilités de production des anciens entrepreneurs. Pour résoudre ce problème, important au premier chef, on a résolu de fabriquer *en usine* tous les éléments nécessaires à l'édification de maisons étudiées avec le plus grand soin, mais établies sur un nombre de modèles très réduit. On a pu ainsi parer à la pénurie de la main-d'œuvre, à l'augmentation des salaires et au manque de matériaux, car le bois se fait de plus en plus rare outre-Atlantique, étant donné ses multiples usages.

On a donc délaissé les anciens procédés de construction qui donnaient lieu à des dépenses inutiles et à un gâchage de matériaux presque impossible à éviter, d'ailleurs, quand on édifie une maison sur place au

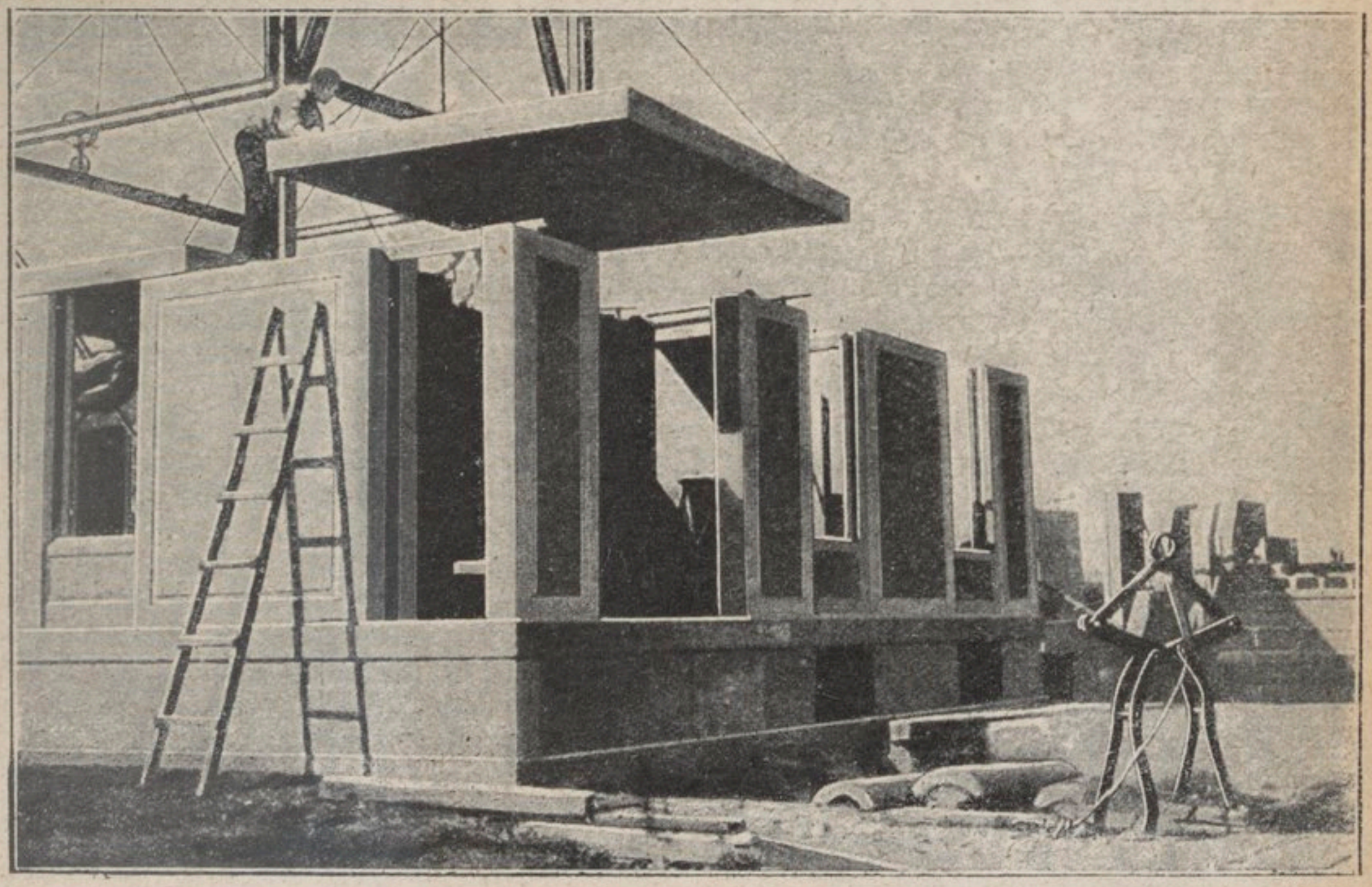


MISE EN STOCK DES PANNEAUX DE CIMENT

Les entrepreneurs de maisons en ciment armé conservent en magasin des approvisionnements de panneaux que l'on place sur des chantiers de bois au moyen d'une grue électrique.

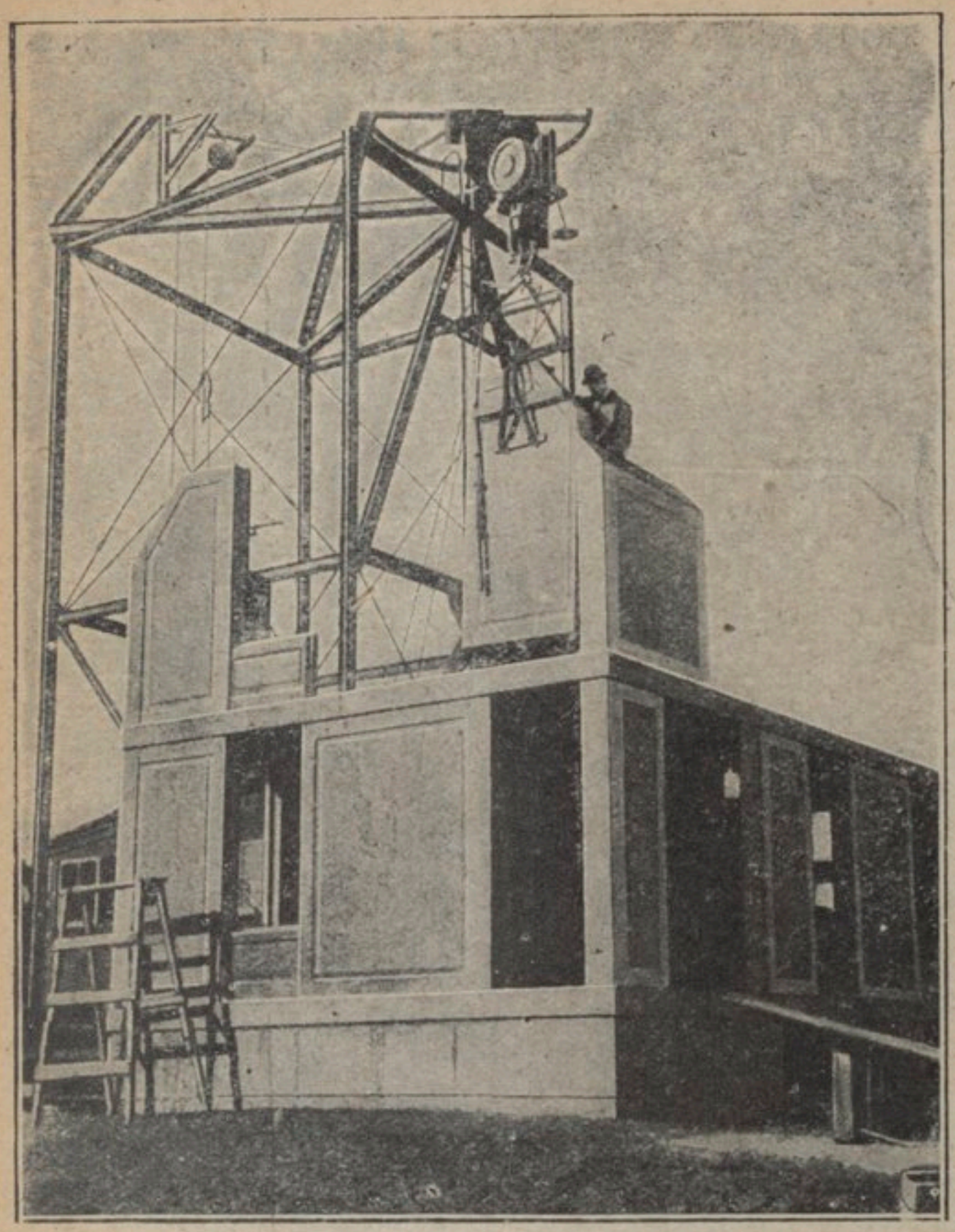


LE MONTAGE DE LA MAISON EST TERMINÉ JUSQU'AU PREMIER ÉTAGE



LA POSE DU PLANCHER EST AUSSI SIMPLE QUE LE MONTAGE DES MURAILLES

Le plancher est également fait de larges panneaux de ciment que l'on dispose horizontalement.



LE REZ-DE-CHAUSSÉE TERMINÉ, ON PROCÈDE AVEC DILIGENCE AU MONTAGE DU PREMIER ÉTAGE

Il suffit d'une équipe de quatre hommes comprenant un mécanicien de grue, un contremaître et deux manœuvres pour monter en quinze jours une maison à un étage avec sa toiture.

moyen de briques ou même de pierres de taille. Les plans, arrêtés par des architectes avertis des besoins de leurs clients, répondent à toutes les nécessités du confort et de l'hygiène. L'emploi du ciment, matière incombustible et dont le prix n'est guère influencé par la hausse générale actuelle des bois et des métaux, permet d'éliminer les vieux procédés de construction, dont la diversité était une source d'imperfections et de dépenses exagérées.

Les éléments d'une maison se fabriquent ainsi au moyen de machines, sur des modèles invariables, ce qui fait rentrer cette industrie dans la catégorie des manufactures ordinaires susceptibles de produire de bonnes marchandises à des prix invariables et accessibles aux bourses les plus modestes.

Au moyen de ces éléments manufacturés, on monte une maison en deux semaines aussi facilement qu'un enfant qui s'amuserait avec un jeu de construction consistant en cubes de bois. Malgré cette facilité de mise en œuvre, le ciment permet de réaliser des logements à l'abri de l'incendie, durables, sains et plus économiques que les maisons de bois qui sont si souvent la proie du feu. Ainsi, le devis fourni par une société de construction américaine de maisons en ciment, pour un groupe de trente-six habitations estimées approximativement à 500.000 francs, faisait ressortir une économie de 60.000 francs sur les offres faites par un concurrent pour des logements établis en bois avec emploi simultané de la brique et des carreaux céramiques. Il faut remarquer que l'économie de 10 % ainsi réalisée est encore augmentée par la suppression des sommes consacrées annuellement à la réparation des maisons ordinaires, sans compter que l'occupant, de son côté, réalise un profit appréciable parce qu'il n'est plus exposé aux maladies et que son logement peut être entretenu à peu de frais dans un état de propreté parfaite.

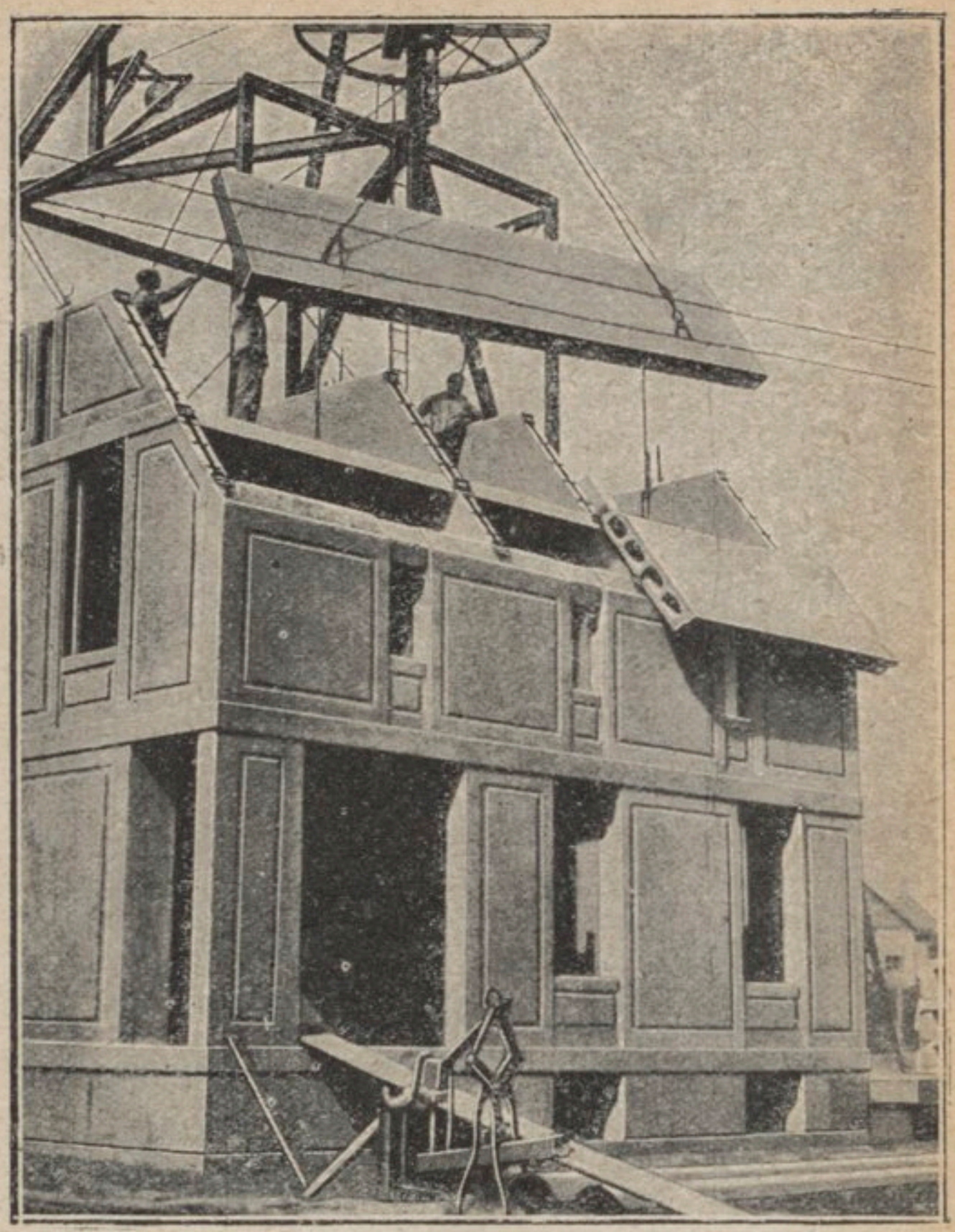
La compagnie houillère américaine de Lehigh et Wilkes-Barre a fait construire, il y a quarante ans, un certain nombre de corons composés de maisons isolées. Malgré les réparations annuelles, ces maisons ont exigé, au bout d'un petit nombre d'années, une réfection presque complète qui a coûté aussi cher que la construction primitive.

De même, les maisons de bois comportent un amortissement de 2,5 % au moins par exercice, en plus des dépenses, souvent élevées, de réparations et d'entretien courants.

Les entrepreneurs qui se consacrent à l'édification des maisons en série doivent conserver en magasin les panneaux nécessaires à l'établissement des murs ; des espacements sont combinés à l'avance dans ces panneaux pour ménager, aux endroits voulus, les portes, les fenêtres, les soupiraux, les entrées de caves, etc. En général, les panneaux élémentaires sont creux, ce qui est un perfectionnement très important en ce qui concerne la défense des occupants contre les chaleurs de l'été et contre les froids de l'hiver. Tout le monde sait, en effet, qu'une maison en briques creuses est beaucoup plus facile à chauffer ou à tenir fraîche qu'un édifice complètement construit en briques pleines, en moellons ou en pierres de taille.

Il suffit d'une équipe de quatre hommes pour monter une maison au moyen d'un échafaudage mobile formant pylône pour les treuils de manœuvre électriques. Dans ces conditions, un homme de grue, un contremaître et deux manœuvres suffisent pour monter en quinze jours une construction à un étage. La photo ci-contre montre comment les éléments du toit sont mis en place, très facilement, en quelques heures, alors que les travaux de couverture en tuiles ou en ardoises exigent l'emploi d'ouvriers habiles qui sont souvent retenus plusieurs semaines sur le chantier.

L'entrepreneur qui a reçu la commande d'une pareille maison prend dans ses magasins un certain nombre de panneaux de murailles qui mesurent généralement 2 m. 50 de longueur sur 1 m. 80 de largeur et 0 m. 20 d'épaisseur. Les éléments pèsent environ 1.500 kilogrammes et peuvent être chargés sur wagon, avec une grue, comme s'il s'agissait de pierres de taille ordinaires, sans risque de détérioration. Les assemblages se font par tenons et mortaises ménagés sur les pourtours des panneaux au cours de leur moulage à l'usine. Les planchers ne sont pas différents des murs et leur mode d'établissement par juxtaposition de panneaux creux les rend très résistants quoique très secs et peu sonores.



LA MISE EN PLACE DE LA TOITURE, EN LARGES PANNEAUX DE CIMENT ARMÉ

La toiture se compose, comme le reste de l'édifice, d'un certain nombre de panneaux creux placés à côté les uns des autres et solidement assemblés au moyen de tenons et de mortaises.

D'ailleurs, le genre de construction que nous venons de décrire ne s'applique pas seulement aux maisons ouvrières. Il permet aussi d'établir, dans de très bonnes conditions, de très jolies villas dans les villes d'eaux, ainsi que dans les stations balnéaires et dans les localités où de nombreux étrangers viennent faire des cures d'air à des altitudes élevées. On s'est appliqué, dans ce but, à rendre l'aspect extérieur de ces maisons le plus coquet possible. On peut voir aux pages suivantes une villa construite à Seawarren (New-Jersey) sur le bord de la mer, ainsi qu'une autre habitation de campagne, dont les murs sont garnis de plantes grimpantes. Il existe des types de maisons isolées pour un seul ménage ou des groupes de maisons doubles ou triples pour plusieurs familles.

La préparation du ciment armé, qui est très compliquée quand il faut opérer sur place et qui demande alors un personnel de chefs de chantiers très exercés, aidés de nombreux ouvriers d'art, est rendue ici très simple par la division des murs et des planchers en panneaux élémentaires presque tous semblables entre eux. Il suffit donc de quelques modèles de moules en bois pour fabriquer à l'usine tous les panneaux nécessaires à la construction d'un nombre de maisons indéfini. On évite ainsi également les difficultés et les accidents qui se produisent souvent lors du démoulage des bâtiments ordinaires en ciment armé, par suite d'une siccité insuffisante ou d'un emploi de matériaux de mauvaise qualité. Ces derniers sont réceptionnés à l'usine comme s'il s'agissait de bois ou de fers, et leur provenance étant toujours la même, on évite les incertitudes auxquelles peut donner lieu l'utilisation de sables ou de graviers extraits de carrières mal connues ou exploitées sans les soins nécessaires.

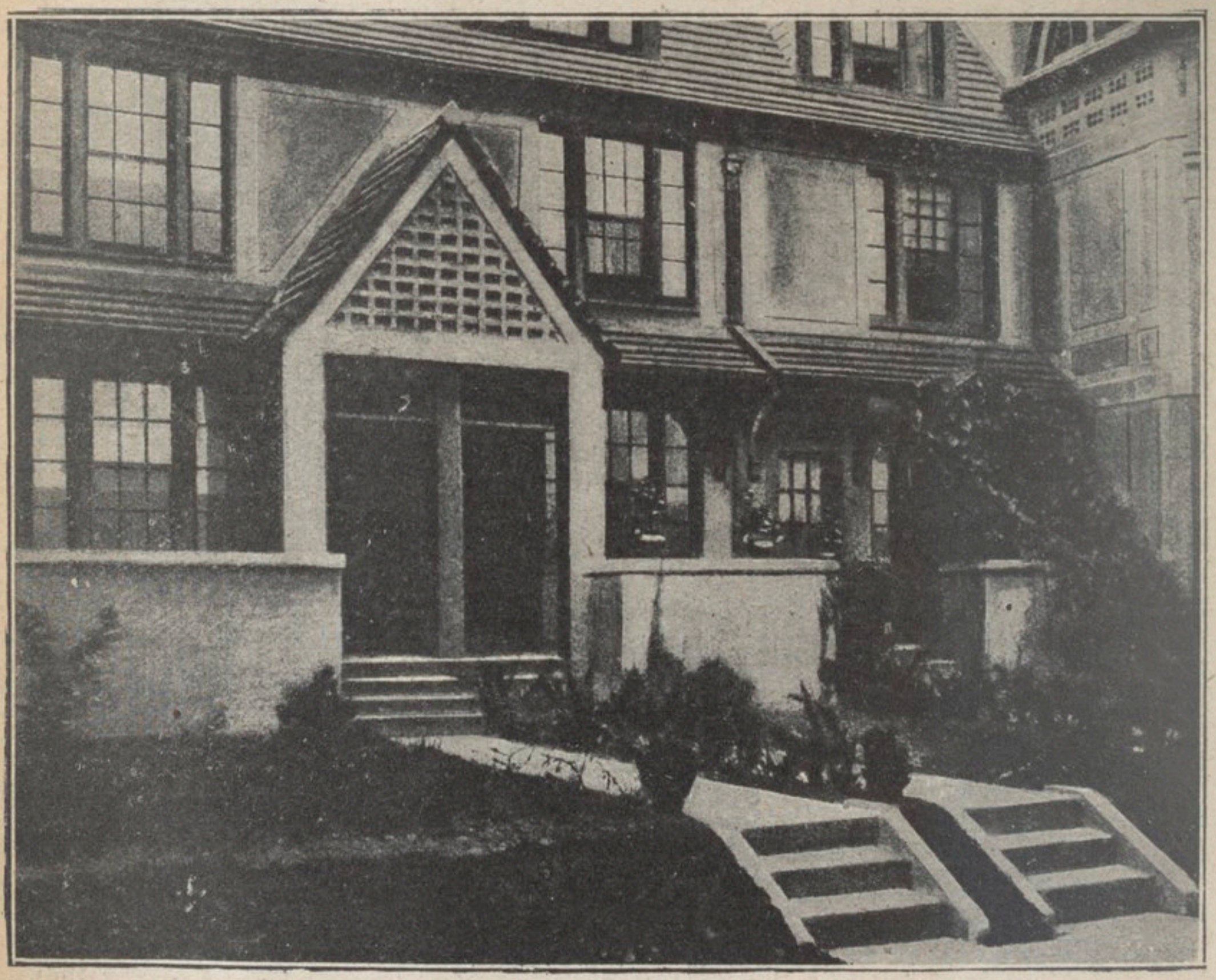
Dans les pays envahis, où un nombre

incalculable de maisons devront être reconstruites dans un laps de temps le plus court possible, l'emploi de ces matériaux fournirait une solution, aussi économique qu'avantageuse à tous égards, de la remise en état des villes saccagées par les Allemands. Les éléments nécessaires pourraient être fabriqués à l'avance dans des régions particulièrement bien approvisionnées en matériaux propres à la préparation d'un bon ciment et expédiés ensuite par chemin de fer sur les points d'utilisation. On en finirait ainsi avec ces villages malpropres où toutes les maladies règnent à l'état endémique, car trop souvent, dans nos campagnes, bêtes et gens meurent en grand nombre, sans même pouvoir se défendre efficacement contre les épidémies qui les menacent constamment.

La construction des maisons et des édifices industriels ou publics en ciment armé exige de longs délais, l'emploi d'un personnel très exercé et de carcasses en bois d'un prix très élevé aujourd'hui. On comprend donc que les inventeurs se soient ingéniés à trouver autre chose que la méthode bien connue qui consiste à introduire du ciment plus ou moins plastique à l'intérieur de moules en bois dans lesquels on dispose au préalable des rondins d'acier destinés à donner de la rigidité et de la cohésion à l'ensemble de la masse après la prise.

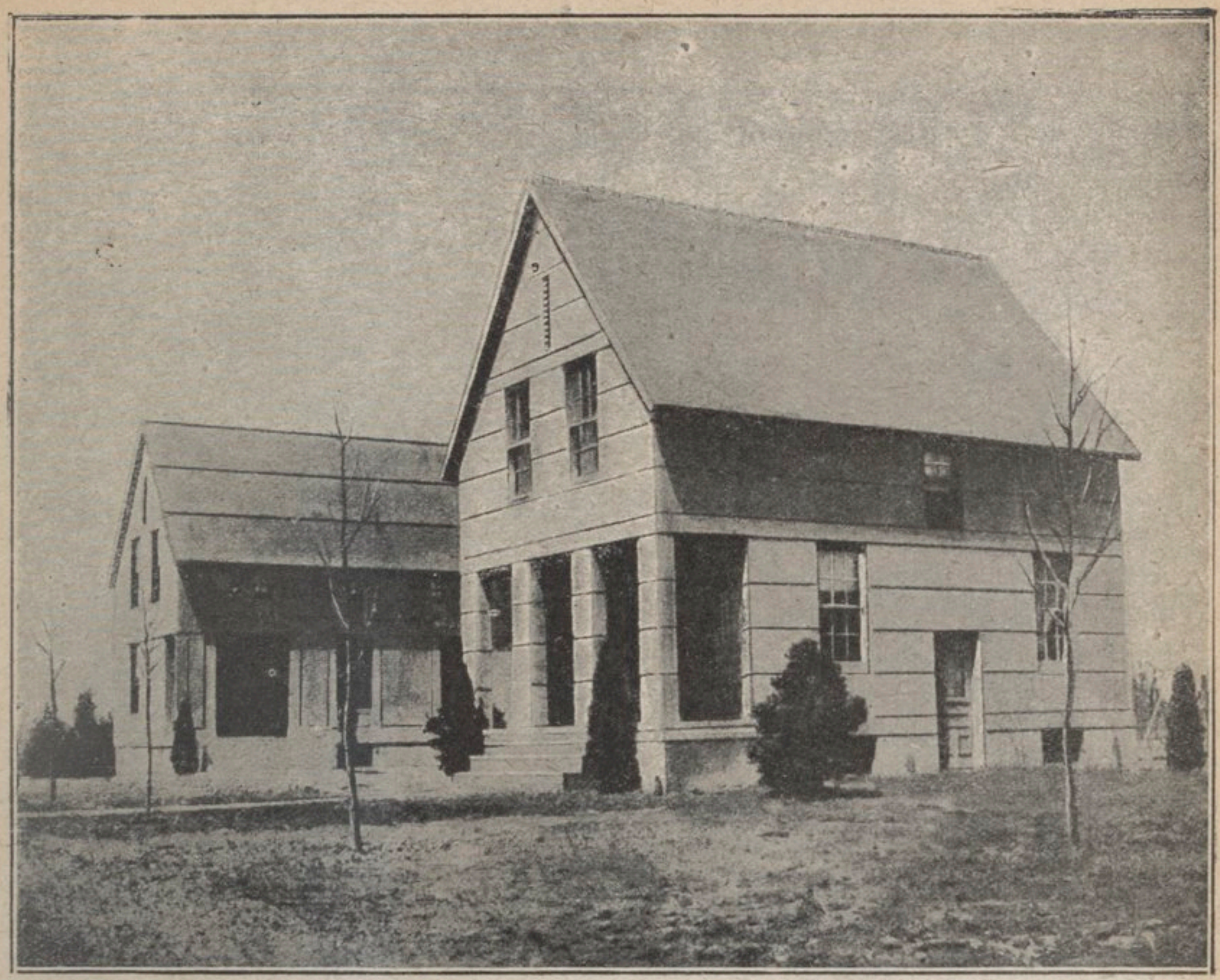
On a signalé dans un précédent numéro de *La Science et la Vie* le système préconisé par certains inventeurs qui construisaient des maisons au moyen de moules métalliques mobiles que l'on transportait à pied d'œuvre. Ce matériel coûtait fort cher à établir et à faire venir par chemin de fer ou par voie d'eau sur le terrain d'utilisation.

D'autre part, la méthode par coulage en moules métalliques peut donner des résultats suffisamment économiques s'il s'agit d'exécuter en série un grand nombre de maisons sur un même terrain et d'après des plans invariables. C'est le cas des maisons ouvrières que les mines ou les usines



COQUETTE VILLA D'ÉTÉ CONSTRUITE EN DEUX SEMAINES, EN PENSYLVANIE

On voit que l'emploi des panneaux de béton permet d'obtenir des maisons d'un aspect très pittoresque que l'on rehausse encore fréquemment par une décoration florale appropriée.



VILLAS JUMELLES AU BORD DE LA MER, A SEEWARREN (NEW-JERSEY)

Ce genre de construction en ciment armé donne de très bons résultats sur le rivage de la mer, où les embruns salins attaquent la plupart des autres matériaux de construction.

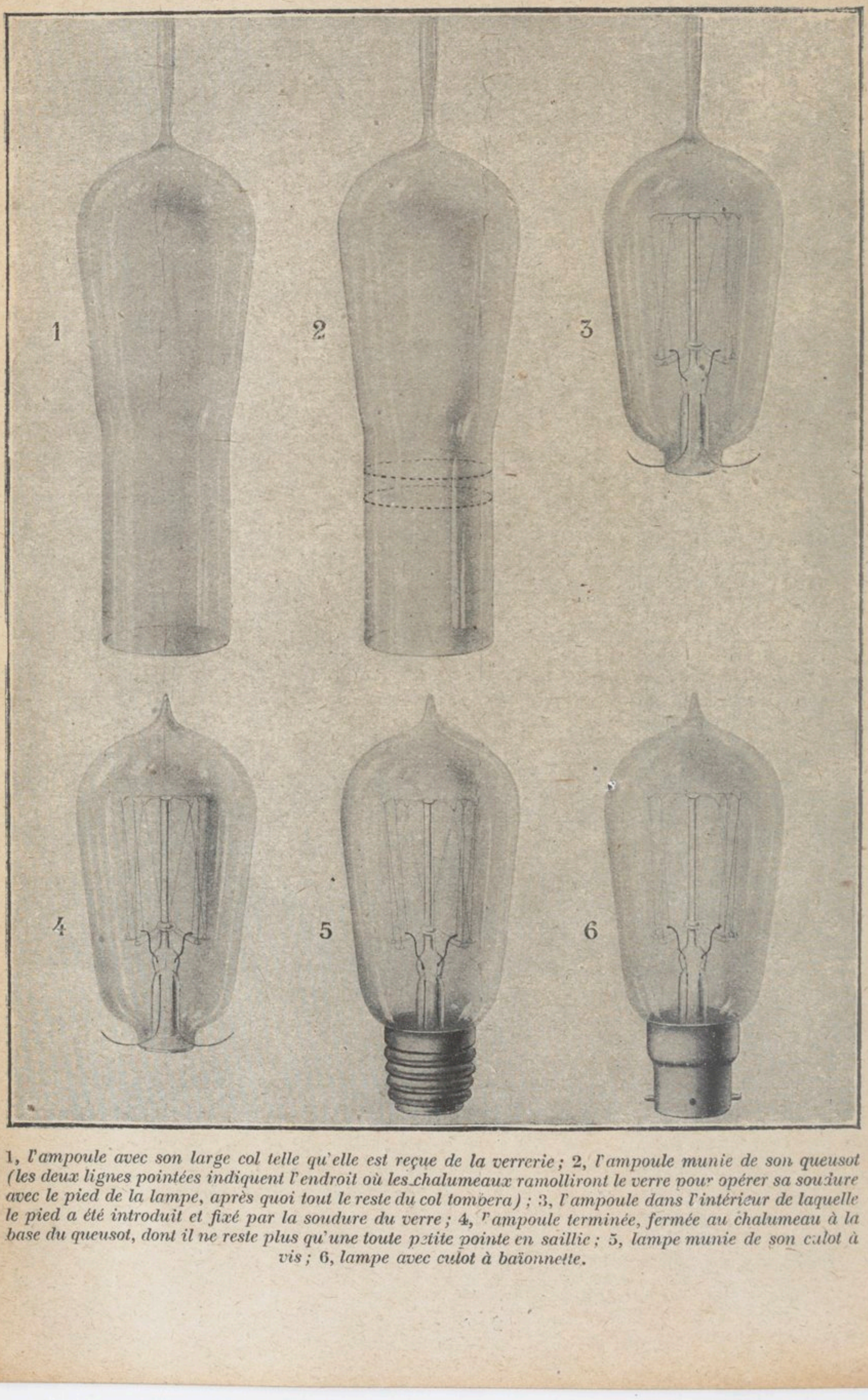
métallurgiques établissent dans le voisinage des puits ou des aciéries pour le logement de leur personnel. S'il s'agit, au contraire, de construire des maisons de dimensions variables en divers points, le moulage sur place coûte plus cher que tout autre procédé de construction. Il fallait donc trouver un système capable d'assurer à l'entrepreneur les mêmes avantages de commodité d'exécution que le moulage sur place, tout en diminuant très sensiblement le prix de revient de ce genre de construction. Le mode de préparation des éléments de maisons en usine, que nous avons exposé plus haut, répond complètement à ce programme de rapidité et d'économie puisque l'on obtient ainsi, par la juxtaposition de panneaux identiques, des habitations de dimensions quelconques situées sur des terrains au besoin très éloignés les uns des autres. Ces panneaux peuvent être moulés et séchés dans des ateliers bien agencés par un personnel restreint et parfaitement exercé, et il ne reste à effectuer sur place qu'un montage facile pour lequel le fournisseur expédie à l'acheteur quelques hommes spécialement habitués à l'exécution de ce travail.

Il semble donc que l'on ne puisse pas concevoir un mode d'emploi du ciment armé plus pratique et meilleur marché, tout en permettant à l'architecte de faire une part acceptable aux désirs de ses clients en ce qui concerne l'installation intérieure et l'aspect de leurs habitations.

On a trop longtemps sacrifié, en France, la coquetterie des habitations ouvrières, qu'on alignait en interminables files le long de voies souvent malpropres. Or, il est certain que le fait d'habiter dans une maison d'aspect agréable et bien étudiée au point de vue du confort constitue pour le travailleur une grande compensation aux fatigues et aux tribulations d'une existence souvent pénible. Les corons de nos mines du Nord sont un exemple de maisons tristes et noires.

GEORGES FORSTER.

LES PHASES DE LA FABRICATION D'UNE AMPOULE ÉLECTRIQUE



1, *l'ampoule avec son large col telle qu'elle est reçue de la verrerie ;* 2, *l'ampoule munie de son queusot (les deux lignes pointées indiquent l'endroit où les chalumeaux ramolliront le verre pour opérer sa soudure avec le pied de la lampe, après quoi tout le reste du col tombera) ;* 3, *l'ampoule dans l'intérieur de laquelle le pied a été introduit et fixé par la soudure du verre ;* 4, *l'ampoule terminée, fermée au chalumeau à la base du queusot, dont il ne reste plus qu'une toute petite pointe en saillie ;* 5, *lampe munie de son culot à vis ;* 6, *lampe avec culot à baïonnette.*

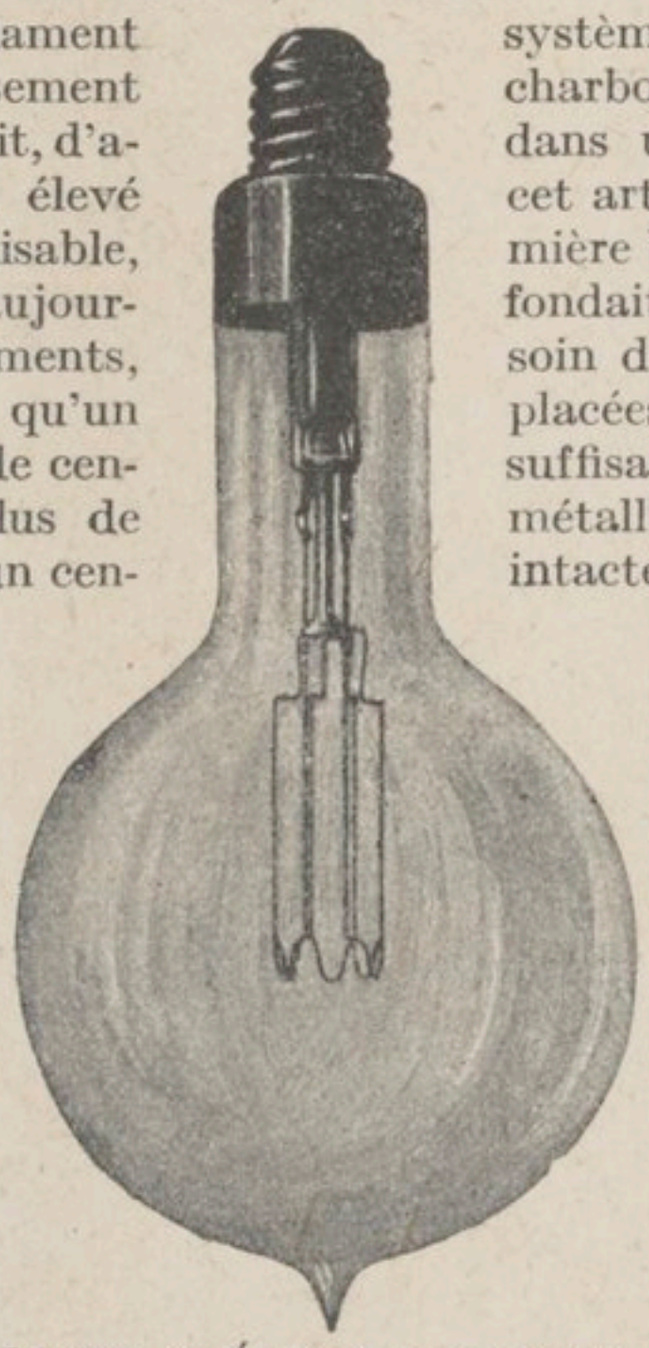
LES DERNIERS PROGRÈS DANS L'INCANDESCENCE ÉLECTRIQUE

Par Camille VIOLLAND

INGÉNIEUR ÉLECTRICIEN

L'HISTOIRE du progrès de l'éclairage électrique par incandescence offre l'exemple remarquable d'une persévérante continuité dans les efforts des inventeurs et surtout ceux des constructeurs

Depuis ses timides et difficiles débuts, en effet, le rendement utile du filament incandescent s'est si prodigieusement accru que la lumière qu'il fournit, d'abord d'un prix de revient si élevé qu'elle était pratiquement inutilisable, est arrivée à ne plus coûter aujourd'hui, pour les grands éclairements, ainsi qu'on le verra plus loin, qu'un peu moins de deux centièmes de centime par bougie-heure, soit plus de cinquante bougies-heures pour un centime. Le coût de l'éclairage avec les lampes de petite ou moyenne puissance n'est pas, il est vrai, à beaucoup près, aussi réduit, mais combien il est plus faible actuellement qu'il y a seulement une dizaine d'années ! En 1900, les lampes à incandescence se fabriquaient encore exclusivement avec des filaments de carbone, et elles étaient considérées comme un éclairage de luxe. Depuis cette époque, les travaux de divers savants ont conduit à l'adoption définitive des filaments métalliques présentant un rendement lumineux deux fois et quart plus grand (tantale) ou trois fois et quart plus grand (tungstène). Et actuellement, les nouvelles lampes à atmosphère d'azote ont presque doublé ce rendement pour les moyennes puissances, et considérablement plus pour les grandes.



LAMPE « MÉTAL », DITE DEMI-WATT, A ATMOSPHÈRE GAZEUSE

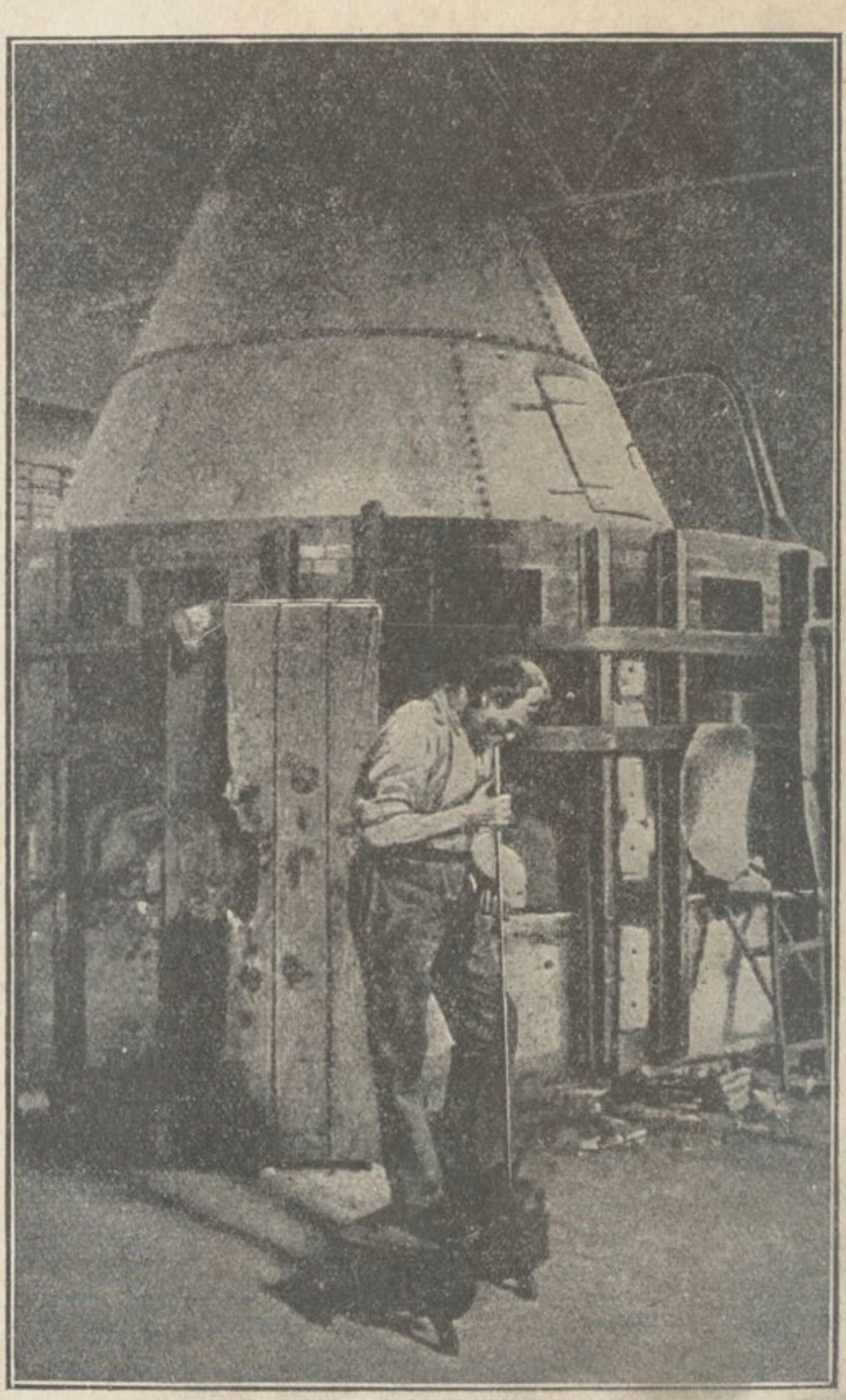
Le filament à incandescence est au centre, sous la forme d'une guirlande ; il est suspendu à deux conducteurs du courant et à deux petits supports droits, coudés dans le haut.

Les débuts, très timides, nous l'avons dit, de cet éclairage remontent à l'année 1841, où l'Anglais de Moleyns construisit la première lampe électrique à incandescence, c'est-à-dire dans laquelle le conducteur, au lieu de se consumer, était simplement porté au rouge. Un ballon de verre était traversé par une spirale de platine que le courant rendait incandescent. Pour l'aviver, un système laissait tomber sur lui du charbon finement pulvérisé contenu dans un petit réservoir, et, grâce à cet artifice, il émettait une belle lumière blanche. Mais comme la spirale fondait assez facilement, on avait eu soin de la composer de deux parties placées côte à côte, de sorte qu'il suffisait de pousser un petit cercle métallique pour substituer la moitié intacte à la moitié endommagée. Cet agencement était ingénieux, mais trop peu pratique pour avoir beaucoup de succès.

L'Américain Star, en 1845, composa une lampe formée d'un ballon vide d'air, traversé par deux tiges métalliques entre lesquelles se trouvait un mince fil de charbon de cornue que le courant portait au rouge-blanc. Ce fut là l'origine de la lampe à filament de carbone. Mais son charbon retenait dans ses pores de l'air qui amenait assez rapidement sa combustion.

Ces tentatives venaient, d'ailleurs, avant leur temps, car l'électricité était fournie exclusivement par des piles à un prix trop élevé pour qu'elle pût être pratiquement utilisée à fabriquer de la lumière, et la lampe électrique n'était qu'une curiosité. On ignorait alors les sources puissantes d'électricité à bon marché dont nous disposons actuellement avec les machines génératrices. Ce ne fut que lorsque celles-ci eurent été inventées que

l'heure de l'éclairage par incandescence arriva, et ce fut Edison qui en profita le premier. Le célèbre inventeur utilisa d'abord du papier bristol carbonisé ; avec huit éléments Bunsen, il obtenait une belle lumière blanche, mais son filament ne durait que quelques jours. Il fallait donc, pour réussir, trouver un filament de charbon durable. M. Swann, de Newcastle, en composa un formé de tresses de coton qu'il plongeait dans l'acide sulfurique et chauffait au rouge dans le poussier de charbon. Il les introduisait alors dans la lampe où l'on faisait le vide, tandis que le courant passait pendant une demi-heure à travers le filament. Edison expérimenta à son tour les fils de coton, puis il y renonça et essaya successivement toutes les matières végétales qu'il put se procurer, susceptibles de lui fournir un filament. Ce fut une sorte de bambou du Japon qui lui donna les meilleurs résultats. Les filaments étaient enfermés dans une ampoule de verre où l'on faisait le vide au millionième d'atmosphère.

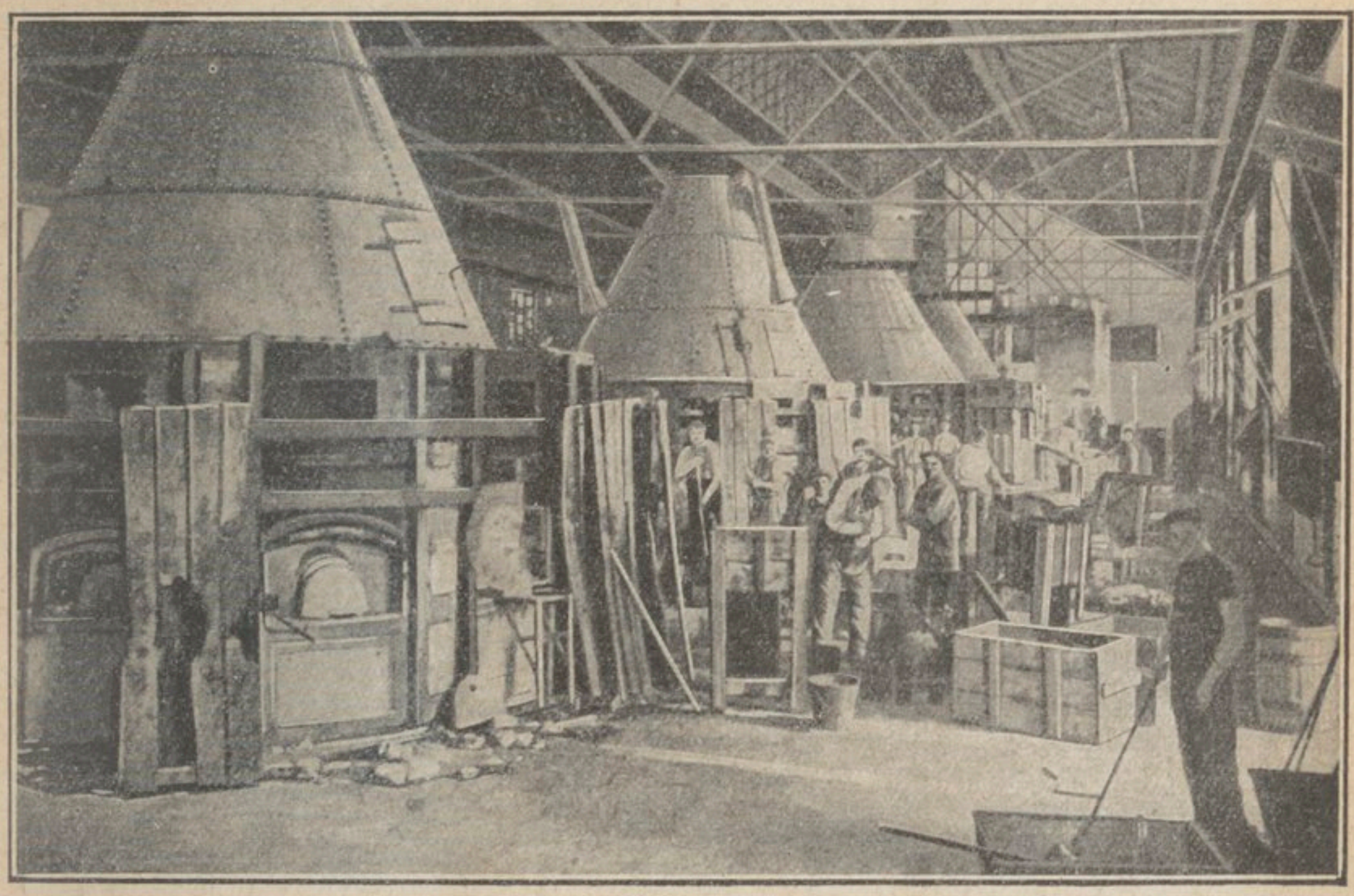


SOUFFLAGE D'UNE AMPOULE DE LAMPE « MÉTAL »

On sait quel fut le succès de ces lampes, que l'on employa longtemps dans le monde entier. Cependant, des perfectionnements se produisirent, donnant un meilleur rendement, notamment le filament tubulaire, que Bernstein fabriqua avec un ruban creux de soie blanche carbonisée. Un autre inventeur étira, sous forme de tube fin, une pâte formée de graphite, de noir de fumée et de sirop de sucre, qui était ensuite carbonisée. Edison lui-même abandonna le bambou, qui manquait d'élasticité, pour les fibres de ramie. On vit aussi paraître, entre autres, la lampe Cruto, dont le filament était obtenu par le dépôt, sur un fil de platine maintenu incandescent, du charbon provenant de la décomposition d'un gaz hydrocarboné.

L'intensité lumineuse des lampes dépend de la résistance du filament à la rupture ou à la désagrégation par la chaleur. Lorsqu'elles sont maintenues longtemps à une température supérieure au maximum qui leur convient, le verre se recouvre intérieurement d'un voile, formé par la matière sublimée, qui, quoique infiniment mince, est très opaque et fait perdre une grande quantité de lumière. Il est à peu près inévitable, et rien ne peut l'enlever. La lampe est alors usée. Mais on a cherché à ralentir sa formation. Edison reconnut qu'un vide trop parfait facilitait la désagrégation et il chercha à y remédier en diminuant assez sensiblement le degré de vide par l'introduction d'une petite quantité d'azote dans l'ampoule. On verra plus loin tout le parti heureux qui fut tiré plus tard de cette amélioration.

Avant qu'il fît paraître sa remarquable lampe, Edison, lui aussi, construisit une ampoule à filament de platine, mais elle était fragile et d'un prix exagéré. Il eut l'idée de recouvrir ce filament d'une mince couche d'oxyde métallique réfractaire (chaux, magnésie, oxyde de cérium). Puis il forma, de ces oxydes, un petit bâtonnet qu'il porta à une très haute température en l'échauffant par l'action d'un fil de platine enroulé autour de lui en hélice très serrée. C'est là le principe de l'incandescence à l'air libre (car ce



INTÉRIEUR DE LA CRISTALLERIE D'UNE GRANDE FABRIQUE DE LAMPES

Dans les fours de fusion sont placés les pots en terre réfractaire servant à contenir le verre en liquéfaction.

bâtonnet n'était pas dans un ballon vide d'air), et la lampe Nernst, qui eut une assez grande vogue au moment de son apparition, en 1897, n'est pas autre chose, puisqu'elle se compose également de petits bâtonnets de ces oxydes de métaux des terres rares : thorium, zirconium, etc., (comme les manchons Auer pour l'incandescence par le gaz) rendus assez conducteurs à haute température pour laisser passer un courant suffisant destiné à les maintenir incandescents (à froid, ils ne conduisent pas ou très mal l'électricité). Leur chauffage préalable indispensable est obtenu par quelques spires de platine enroulées autour d'eux et parcourues par un courant qui se coupe automatiquement quand les bâtons sont assez chauds. Le rendement lumineux de cette lampe est excellent (il est analogue à celui de la lampe au tantale). Mais l'inconvénient d'attendre une demi-minute pour que la matière fût assez échauffée afin de livrer passage au courant et donner sa pleine lumière la fit mettre vite de côté. Elle ne devait pas tarder, d'ailleurs, à être dépassée, car les recherches des ingénieurs spécialistes se portèrent, dès lors, sur le métal même.

Le carbone ne peut être porté sans inconvénient au delà de 1.800° ; le tantale et l'osmium supportent 2.000° ; le tungstène 2.200° dans l'ampoule à vide et 2.700° à 2.800° dans l'ampoule à atmosphère d'azote.

C'est la raison du grand rendement lumineux, et, par conséquent, de la grande économie des lampes faites avec ces métaux. On sait que c'est en « survoltant » la lampe, c'est-à-dire en accroissant la tension, que l'on augmente la température du filament. Une lampe-tungstène donnant 16 bougies sous 90 volts en fournira 55 sous 130 volts, et les consommations par bougie s'abaisseront facilement de 1,4 volt à 0,70 volt.

Le grand succès qu'elle a obtenu dès son apparition est donc amplement justifié.

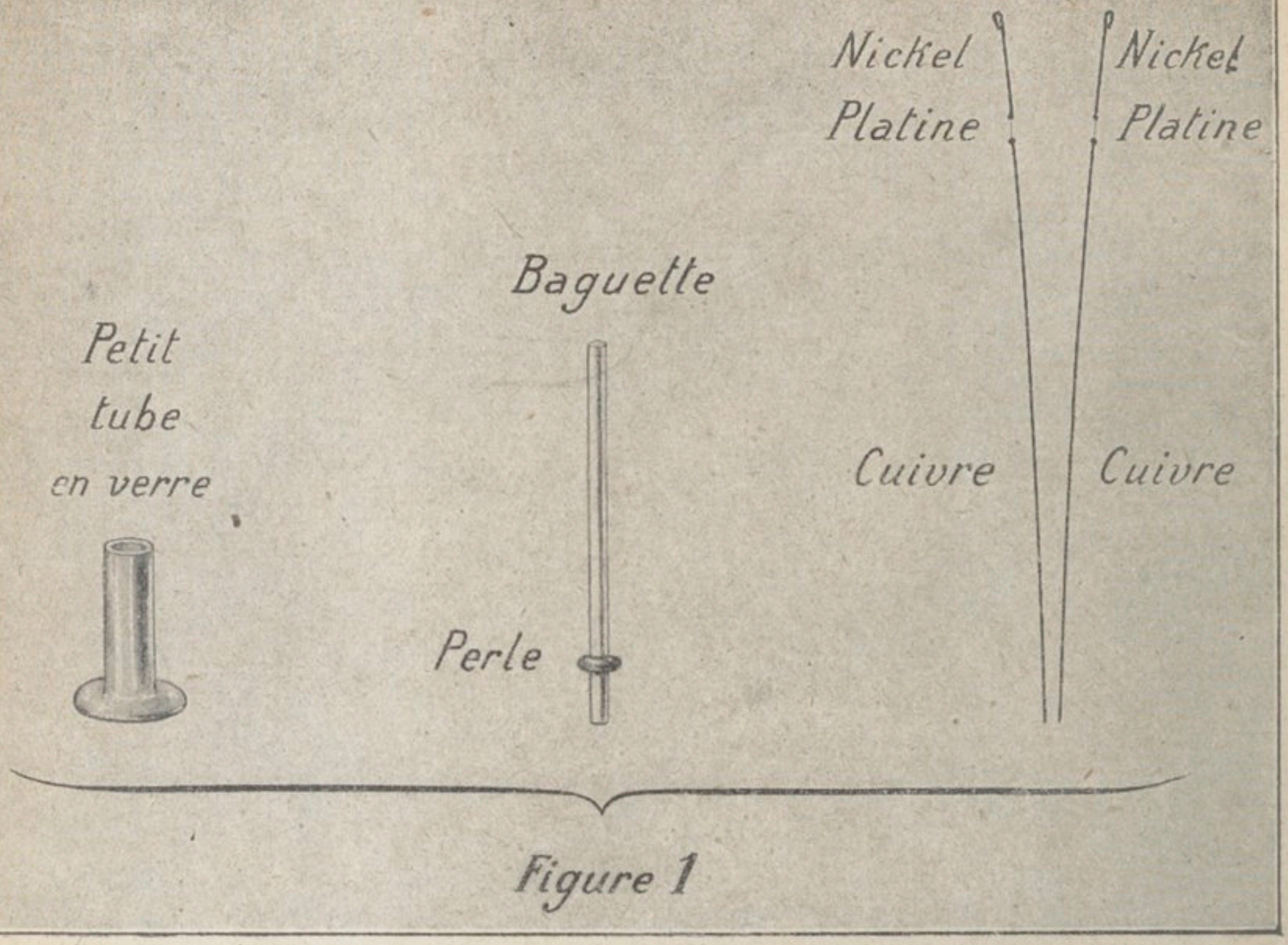


Figure 1

LES ÉLÉMENTS QUI ENTRENT DANS LA CONFECTION DU « PIED » D'UNE LAMPE « Z »

Figure 2

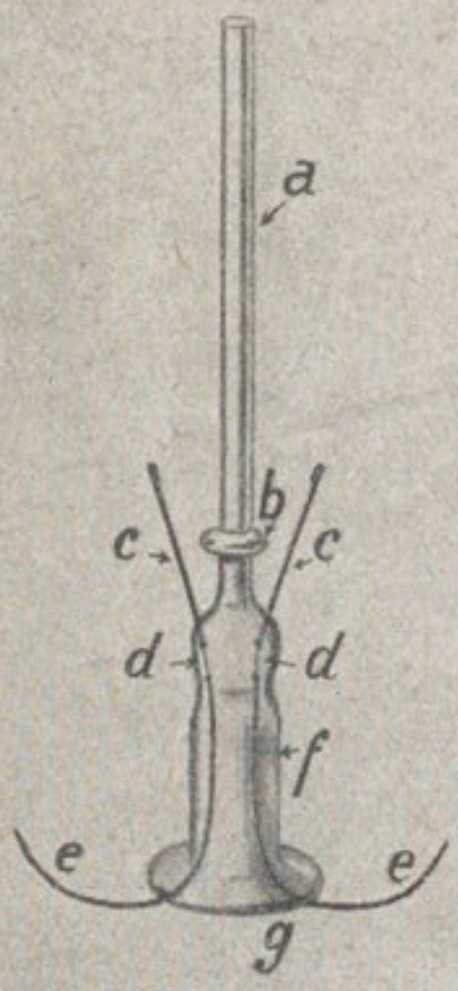
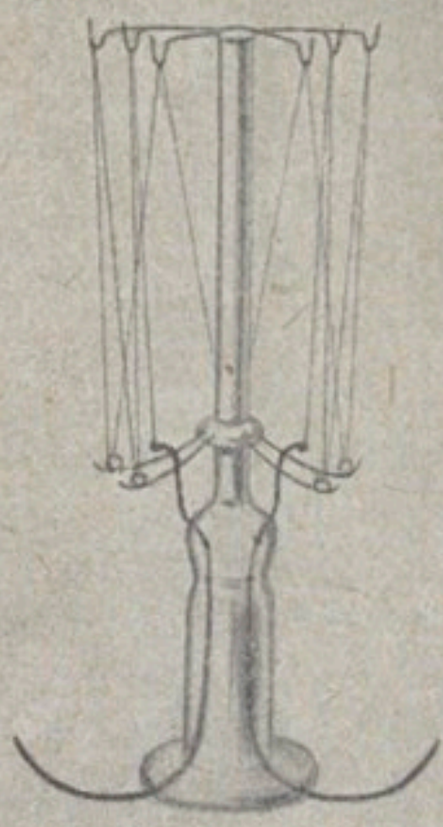


Figure 3



PIED TERMINÉ (FIG. 2) ET FILAMENT MONTÉ SUR SES SUPPORTS (FIG 3).

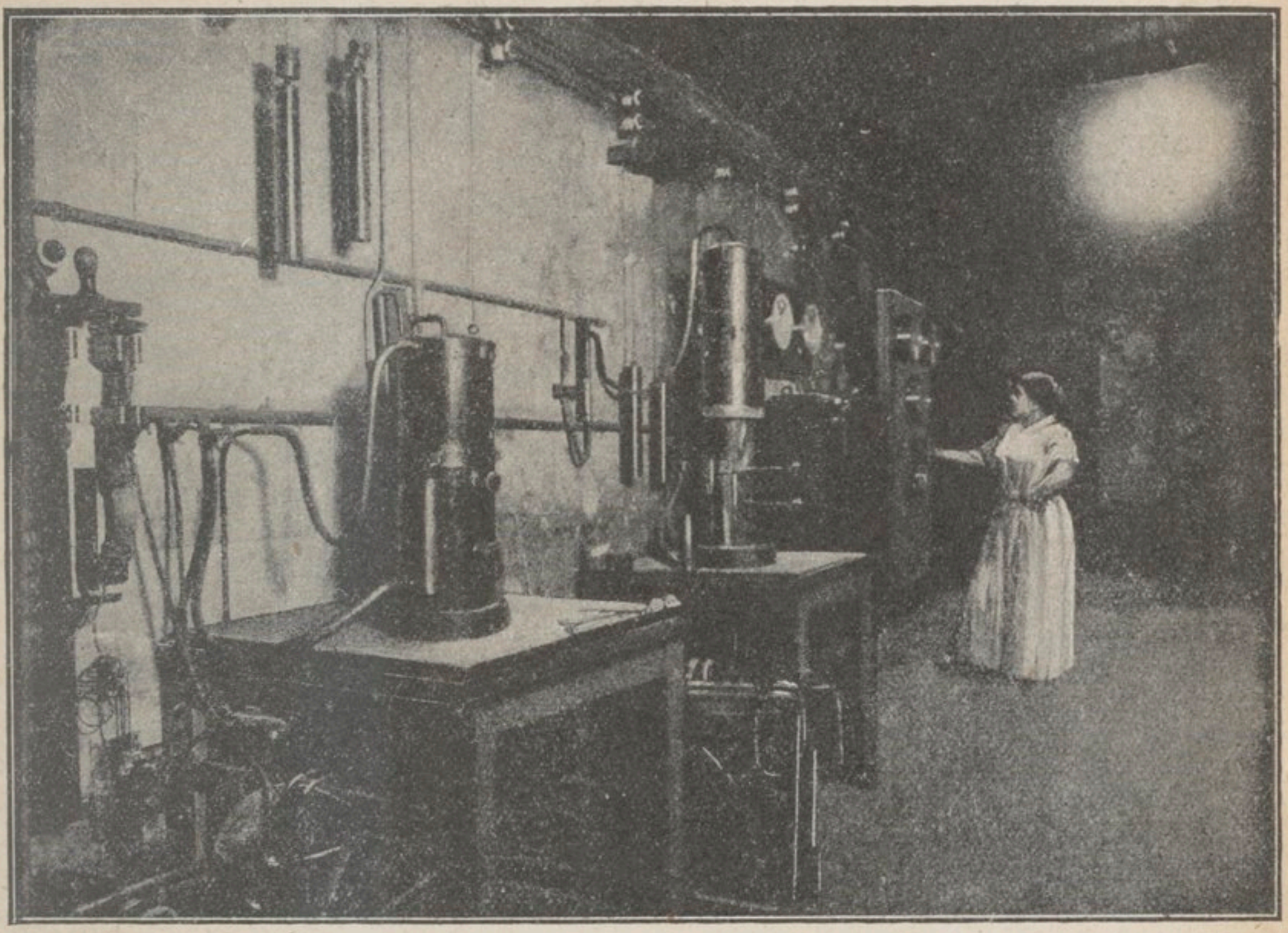
Légende de la figure 2 : a, *baguette de verre ;* b, *petit renflement, appelé perle ;* c c, *partie du fil conducteur en nickel faisant saillie dans l'ampoule ;* d d, *partie en platine du même conducteur ;* e e, *partie en cuivre du fil ;* f, *petit tube en verre ;* g, *partie évasée du petit tube.*

Le calcul, excellemment exposé par M. Pécheux, dans son étude sur les filaments, montre que l'élévation de température est indépendante de la longueur du fil et qu'elle croît en raison inverse du cube du diamètre.

Une fois arrivé à l'incandescence, le filament doit radier le plus de chaleur lumineuse possible. Or, la radiation lumineuse des métaux est proportionnelle à la cinquième puissance de la température, au lieu de la quatrième puissance seulement pour le charbon. Il en résulte que les métaux ayant le moindre pouvoir émissif pourront être portés à une température plus élevée que le charbon, et alors leur radiation lumineuse sera plus considérable (Pécheux).

C'est en 1899 que la lampe à métal provenant de la réduction des terres rares, fabriquée par Auer avec l'osmium, vit le jour ; puis vint, en 1903, le tantale, qui fond vers 2.300 degrés et s'étire bien. Il est nécessaire d'employer des filaments très fins et longs, à cause de sa faible résistance, mais celle-ci croît rapidement avec la température, ce qui est une qualité extrêmement précieuse. Le tantale est un peu moins réfractaire que l'osmium, qui fond à 2.500 degrés.

Le tunsgtène, qui ne fond qu'à 3.180 degrés, est supérieur aux deux précédents. Sa lumière est plus blanche que celle du tantale, à cause de la température plus élevée du filament à l'incandescence normale (voltage normal) qui fournit plus de *radiations sélectives* (spectre visible plus étendu). Sa préparation à l'état de fil était, jadis, assez difficile, et c'est peut-être à cause de ce fait que l'on ne l'emploie que depuis quelques années, malgré son très grand rendement lumineux ; mais elle a été améliorée grandement. La résistance mécanique du tunsgtène est considérable ; il peut être étiré en fils de 1/100e de millimètre tout en conservant une ténacité suffisante. Les filaments, pour les lampes de petite puissance, n'ont que ce très faible diamètre. Leur résistivité croissant très vite avec la température, la lampe est, si l'on peut dire, auto-régulatrice, c'est-à-dire peu sensible aux variations de voltage. Il donne une belle lumière blanche et fixe, et sa consommation reste à peu près cons-



FOURS ÉLECTRIQUES POUR LA FABRICATION DU TUNGSTÈNE EN LINGOTS

On voit un four ouvert et un autre fermé, avec les tuyaux d'amenée du gaz hydrogène et de l'eau de refroidissement. Dans le fond, l'électricienne manœuvre les rhéostats.

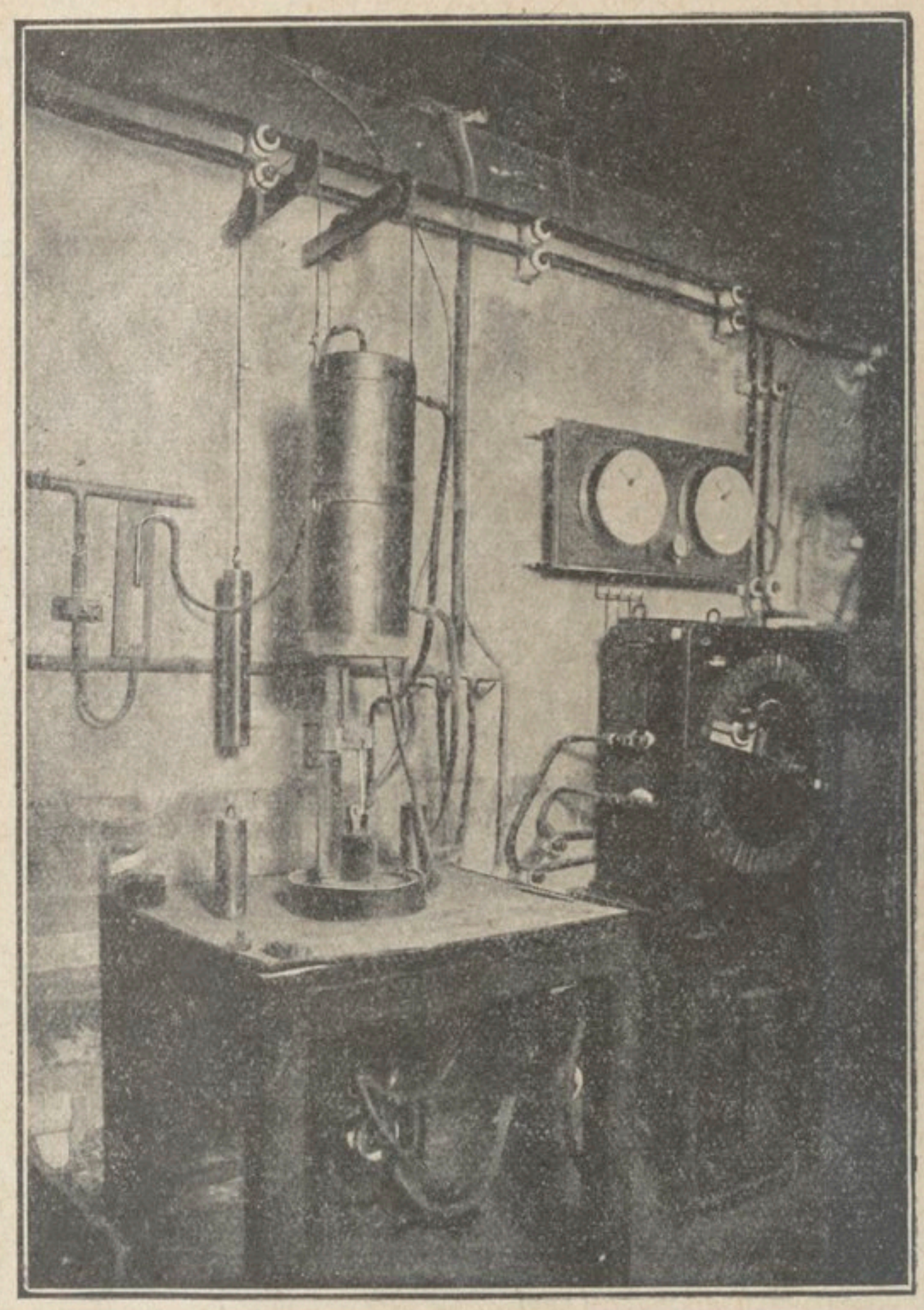
tante pendant toute sa vie, qui est de 1.500 heures, aussi bien sur courant alternatif que continu. L'ampoule ne noircit pas, ou très peu, après un long usage. On lui reprochait jadis sa fragilité, quoique, si un choc trop brusque venait à rompre le filament, l'accident fût facilement réparable, car on peut le ressouder en agitant doucement la lampe mise en circuit : si les deux extrémités du brin viennent à se toucher, et quoique leur contact ne dure qu'une fraction infime de seconde, le courant passe et la soudure est *instantanée*. On peut ainsi ressouder deux ou trois fois le filament d'une même lampe, qui redevient aussi bonne qu'auparavant.

L'emploi du tungstène a permis d'abaisser la consommation spécifique à 1,5 puis à 1 watt par bougie. De plus, étant moins rare que les autres métaux de la série (120 francs le kilogramme de métal en poudre avant la guerre) on a pu fabriquer les lampes à meilleur compte, ce qui a fait baisser sensiblement les prix. La lampe qui, auparavant, valait 5 francs, est tombée à 1 franc. On les fait de tous voltages, jusqu'à 240 volts, et de toute intensité, jusqu'à 3.000 bougies.

Le tungstène forme le filament d'un certain nombre de lampes à incandescence de marque : lampes Z, Iris, « Métal », etc.....

Outre ces métaux, on emploie également, pour la confection des filaments, de l'iridium, métal rare et peu ductile, du silicium, qui a un bon rendement lumineux, du titane et des alliages de tungstène-titane, d'iridium-osmium, de tungstène-tantale et d'osmium-wolfram (lampe Osram). Tous ces filaments métalliques doivent être montés dans une ampoule où l'on a fait le vide, car, dès le rouge cerise, ils s'oxydent dans l'air.

La fabrication de ces lampes présente un intérêt particulier. En dépit de sa simplicité apparente, elle est assez compliquée ; elle nécessite aussi un outillage considérable et parfaitement organisé, avec, de plus, une main-d'œuvre habile et délicate, qui est généralement fournie par des femmes. Chaque fabricant a ses procédés particuliers, mais ils ne diffèrent guère, en somme, les uns des autres, que par des détails. Voici, d'une façon générale, comment l'on procède dans l'usine de la lampe Z : Ses trois cents diligentes ouvrières y confectionnent journellement, dans un vaste atelier, des milliers de lampes de toutes les puissances à



FOUR OUVERT, AVEC SES TUYAUX D'AMENÉE DU GAZ ET DE L'EAU, SES CABLES CONDUCTEURS DU COURANT ÉLECTRIQUE ET SES CONTREPOIDS

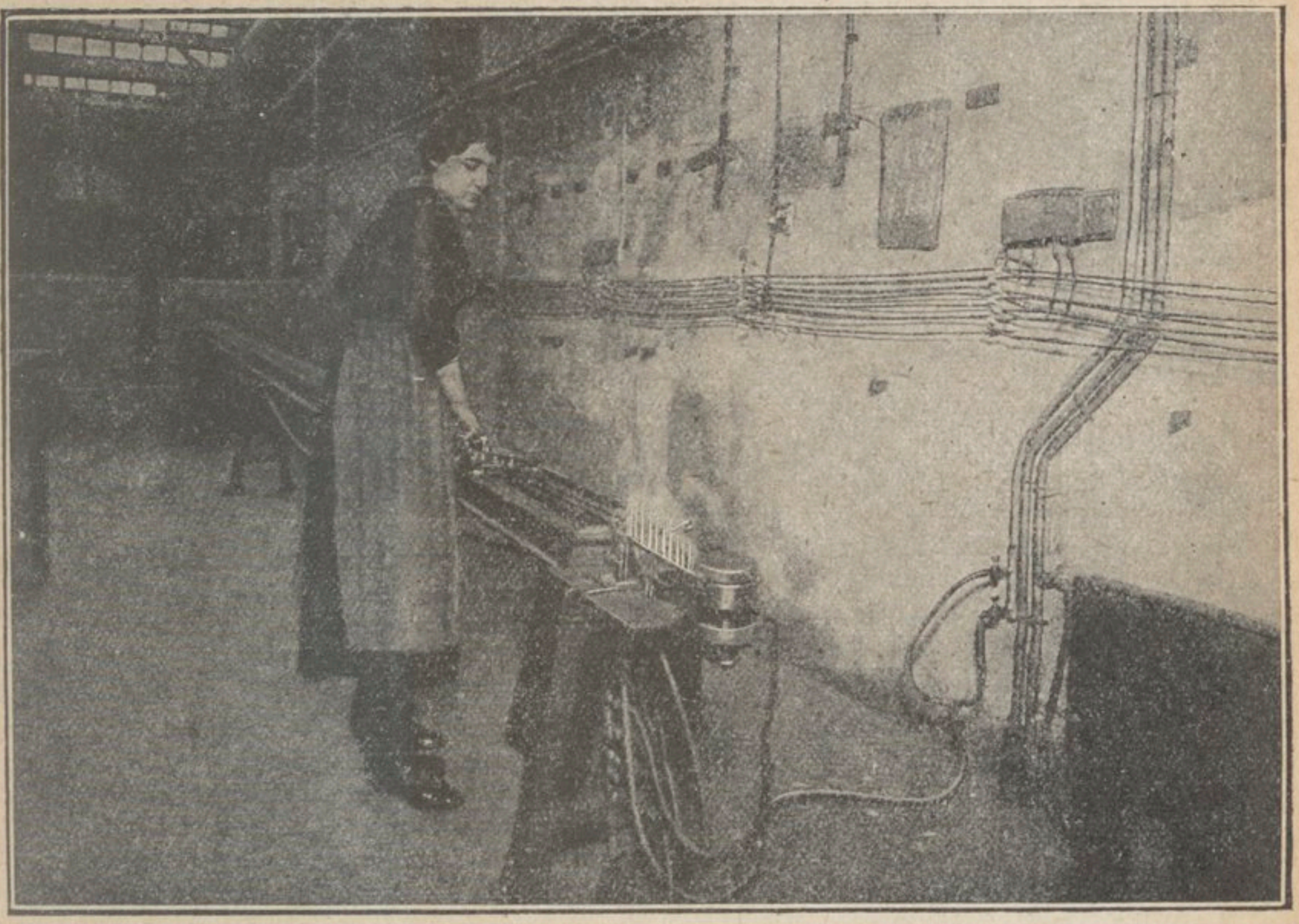
On voit assez distinctement, sous la forme d'un large trait blanc, la petite barre de tungstène entre les électrodes. A droite, au-dessus du rhéostat, sont les cadrans indicateurs des ampères et des volts ; à gauche, sur une planchette fixée au mur, est un tube de verre indicateur du passage de l'hydrogène.

filament de tungstène pur étiré; chaque groupe a sa tâche bien déterminée.

Les femmes du premier « poste » préparent d'abord des tiges minces en brasant ensemble, bout à bout, trois fils de cuivre, platine et nickel, lesquels formeront les conducteurs amenant le courant de l'extérieur dans l'intérieur de l'ampoule. Le fil de nickel se termine par une pince. C'est le fil de platine, placé vers le milieu, entre le cuivre et le nickel, et qui n'a que 3 à 4 millimètres de longueur (car ce métal étant cher, on en emploie le moins possible), qui traversera la paroi en verre de l'ampoule à laquelle il sera intimement soudé. Comme ces deux corps ont le même coefficient de dilatation, la chaleur n'aura aucune influence fâcheuse sur la soudure qui doit être et rester absolument parfaite, de façon que l'étanchéité de l'ampoule soit assurée.

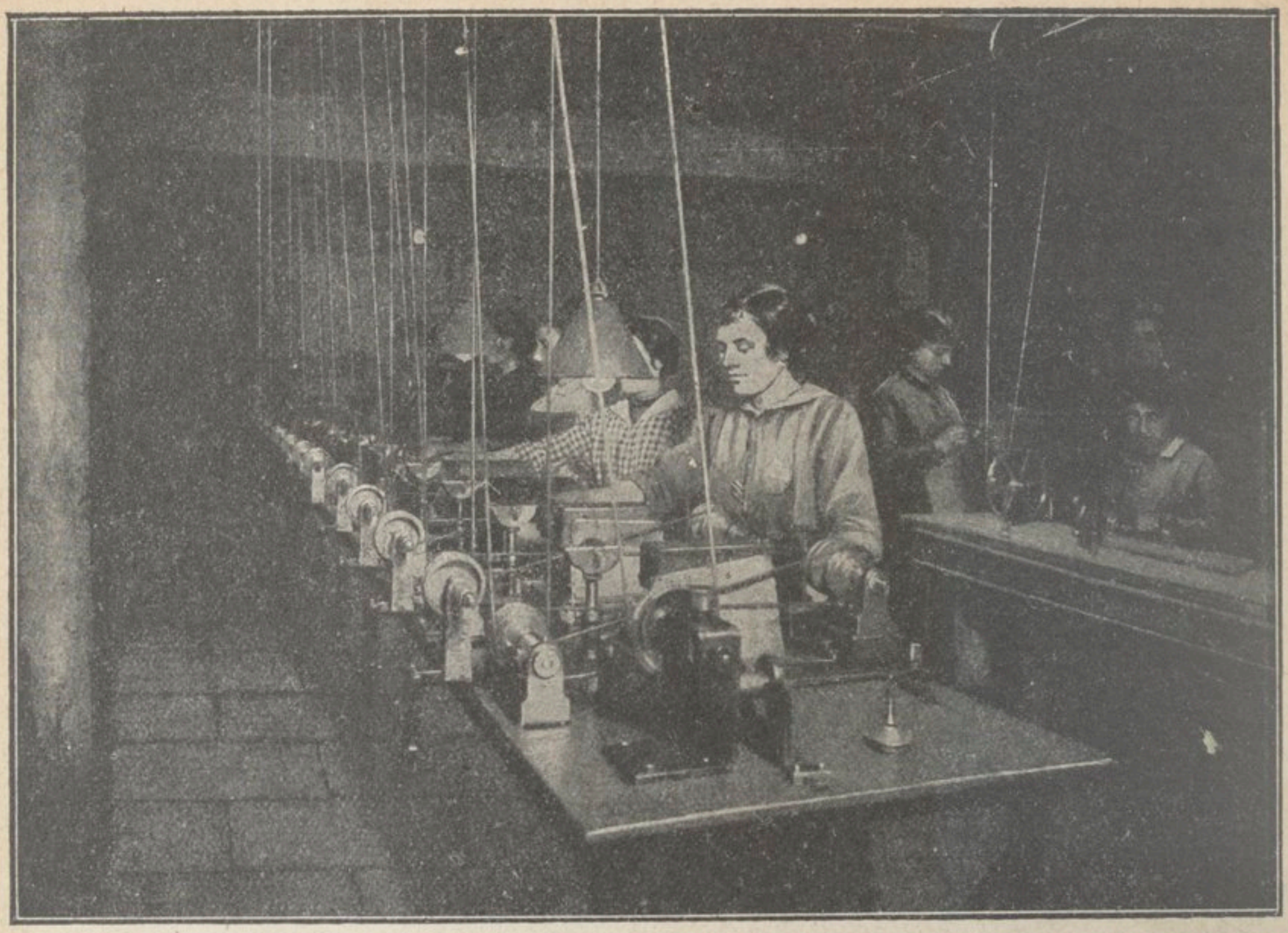
Un bout de tube de verre, très court et de la grosseur du petit doigt, est confié à une machine qui le fait tourner en maintenant son bord inférieur dans la flamme d'un chalumeau; puis, quand ce bord est suffisamment ramolli, l'ouvrière l'évase à l'aide d'un outil.

Enfin, des tiges ou baguettes de verre sont placées sur une autre machine qui les distribue automatiquement dans des rainures pratiquées sur la circonférence d'un tambour animé d'un mouvement rotatif intermittent, et la flamme d'un chalumeau les chauffe en un point convenablement choisi. Quant ce point est ramolli au degré voulu, la tige se trouve comprimée, dans le sens axial, par un petit piston, et la partie ramollie du verre s'écrase, augmente de diamètre et prend une forme plus ou moins sphérique, que l'on nomme « perle » ou plus ou moins aplatie « pastille ». C'est par l'assemblage de ces trois éléments : fil conducteur, bout de tube évasé, tige de verre perlée, que sera constitué le pied de la lampe dans la machine dite « à faire le pied ». Deux de ces fils conducteurs d'amenée du courant sont introduits dans le tube, de façon que la partie en platine se trouve à un demi-centimètre environ au-dessous de son bord supérieur, et, entre eux, on place la baguette de verre perlée, qui ne s'enfonce dans le tube



PREMIER ÉTIRAGE AU BANC DU FIL PROVENANT DU MARTELAGE

Le fil passe dans une boîte à graphite et est chauffé au rouge sur une rampe à gaz avant de pénétrer dans la filière en diamant, également chauffée au rouge.



LES DERNIÈRES FILIÈRES, OU LE FIL ATTEINT LE CENTIÈME DE MILLIMÈTRE

Après avoir passé dans 200 ou 250 filières, le fil de tungstène arrive ici où il sera réduit à sa plus mince expression, plus fin que le cheveu le plus fin. Toutes ces filières sont en diamant, et leur taille, ainsi que leur réparation, présentent d'assez sérieuses difficultés.

que d'un centimètre environ du côté où la perle est formée. L'ensemble, dont l'aspect est représenté par les figures de la page 36, est fixé sur la machine disposée pour bien conserver les positions respectives de ces pièces, les unes par rapport aux autres ; elle leur imprime un mouvement de rotation pendant que des chalumeaux convergents viennent ramollir l'extrémité supérieure du tube, laquelle est ensuite aplatie entre des mâchoires, faisant partie de ladite machine, de façon à emprisonner et à souder au verre la partie en platine des deux fils conducteurs qui se trouvent ainsi fixés de part et d'autre de la baguette de verre, entre celle-ci et la partie aplatie du petit tube. Du même coup, ladite baguette se trouve soudée au tube et ne forme plus qu'une seule pièce avec lui. Le pied de la lampe est ainsi constitué, et, comme cette manipulation aurait pu avoir des résultats fâcheux pour les fils conducteurs, dont la partie en nickel fait saillie en dessus et celle en cuivre en dessous, on s'assure qu'ils sont toujours en bon état en y faisant passer un courant électrique.

On forme ensuite, au sommet de la baguette perlée, une deuxième perle, ou pastille, semblable à la première, et par un procédé analogue, avant qu'elle ne soit refroidie, on y implante habilement, perpendicul irement à la tige, des petits fils très fins de molybdène (comme des rayons sur le moyeu d'une roue). Ils serviront de supports pour soutenir le filament. On en fait autant à la perle inférieure, après que celle-ci a été r mollie par un réchauffage, mais on dispose, là, les fils, qui portent une petite boucle à leur extrémité, en quinconces par rapport aux premiers. Enfin, on forme à l'extrémité de chacun des supports supérieurs un petit crochet ou *ancre*, à l'aide d'une ingénieuse machine qui les fait tous d'un seul coup.

Il ne reste plus qu'à passer le filament dans les crochets de ces fils de molybdène, que l'on appelle parfois des potences et dans les boucles de ceux qui sont piqués dans la perle inférieure (figures 2 et 3 de la page 36).

Mais il est bon de dire ici un mot de ce filament de tungstène. Il n'y a pas encore bien longtemps, on ne pouvait le fabriquer que par agglomération de la poudre, pression

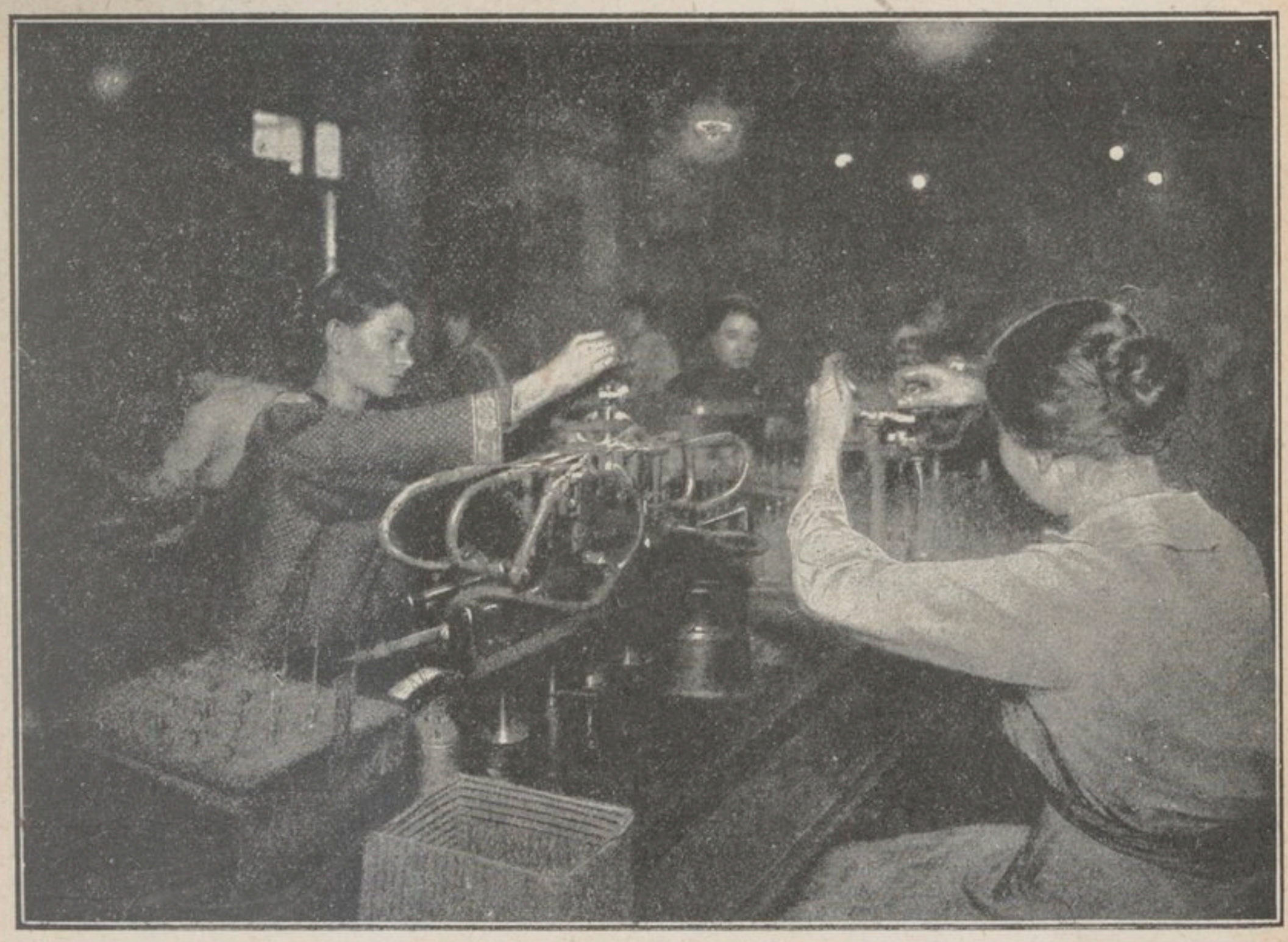
et tassement, nécessitant des opérations longues et compliquées, et les fils que l'on obtenait étaient très fragiles. Aujourd'hui, il n'en est plus ainsi, car on est parvenu à l'étirer, et toute une nouvelle métallurgie du tungstène, d'un haut intérêt, a été créée. Voici brièvement en quoi elle consiste. La poudre de tungstène, provenant du traitement de son minerai, le wolfram, est placée dans un moule en acier où elle subit une énorme compression, sous une presse hydraulique, qui en forme une barre carrée, d'une dizaine de centimètres de long et d'un centimètre environ de section, possédant assez de cohésion pour qu'elle puisse être manipulée sans accident. On la place dans cet état entre les électrodes d'un four électrique où elle sera soumise, *pendant une heure*, à une température de 3.000 degrés environ dans une atmosphère d'hydrogène particulièrement pur et très sec, afin d'éviter l'oxydation.

Ce four, que nos photographies des pages 37 et 38 représentent ouvert et fermé, a une double paroi sans cesse refroidie par une circulation d'eau. La tige qui soutient les électrodes est creuse et est également refroidie par circulation. Deux « regards » permettent de surveiller du dehors la marche de l'opération. Afin d'éviter que l'air ne pénètre dans l'intérieur, ce qui provoquerait une explosion, le bas de la paroi extérieure plonge dans un bain de mercure qui assure une fermeture étanche.

Sorti de là, le lingot s'est plus ou moins contracté et a acquis une grande dureté. La haute chaleur a suffisamment soudé entre elles ses particules pour qu'il ait acquis les mêmes propriétés que s'il avait subi la fusion.

On le porte alors au martelage. Chauffé au rouge-blanc, il est introduit dans une machine spéciale où des marteaux automatiques, frappant avec une excessive rapidité, lui font subir progressivement un allongement résultant de la diminution de son épaisseur. Une série de passes le transforment finalement en un rondin, ou plutôt en un gros fil de quelques mètres de longueur.

Alors commencent les séries de tréfilages dans les bancs à étirer. Les filières sont en diamant et chauffées au rouge ; les fils, avant d'y être introduits, sont enduits de graphite



MACHINE SPÉCIALE A FAIRE LE PIED DE LA LAMPE A INCANDESCENCE

Une première ouvrière (à droite) monte les éléments sur l'un des trois bras de la machine qui, par un tiers de tour sur l'axe commun, passe sous la main de la deuxième ouvrière (à gauche), au centre des chalumeaux convergents qui opèrent la soudure des divers éléments.

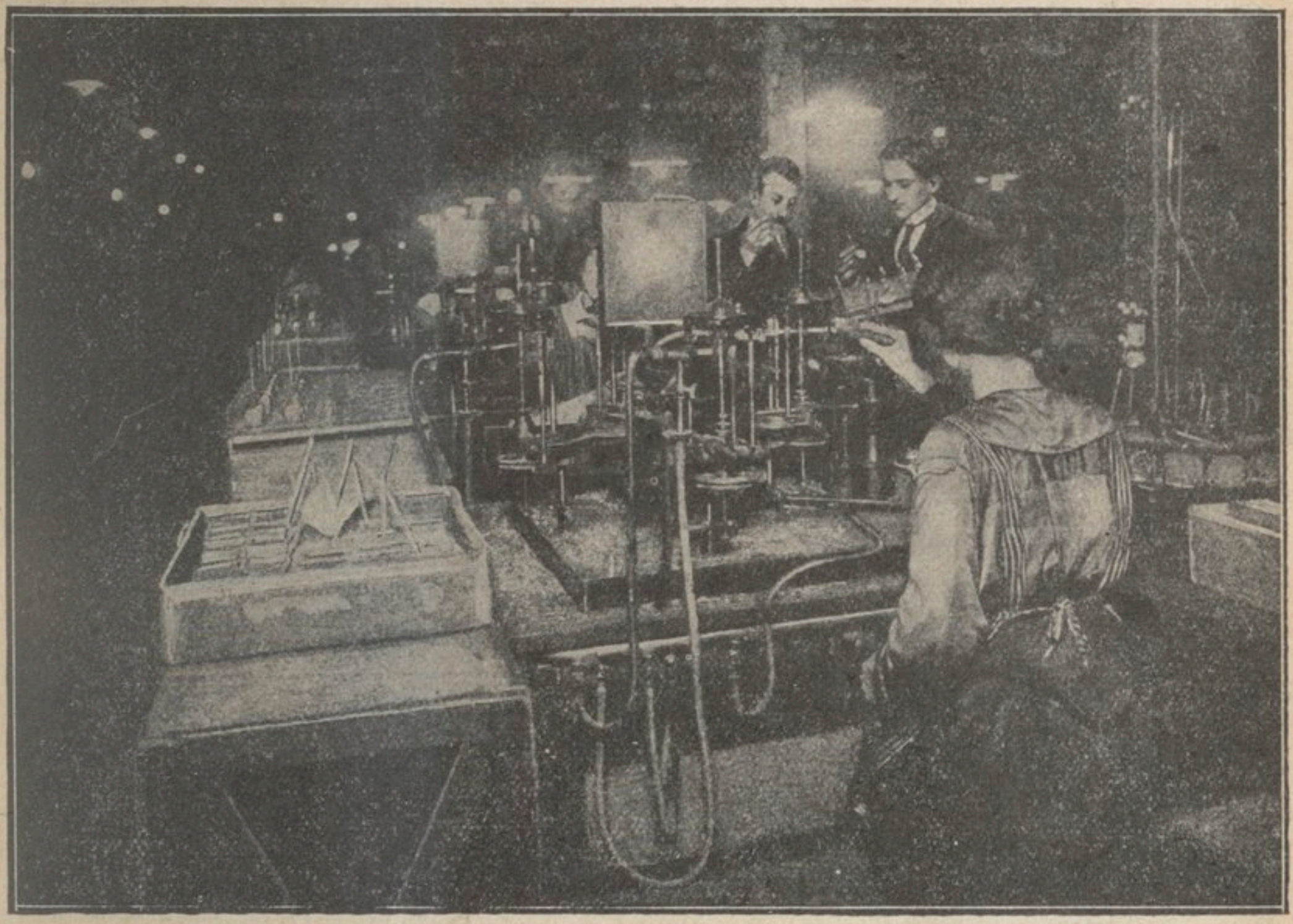
LE MONTAGE DU FILAMENT MÉTALLIQUE SUR LES SUPPORTS DU PIED

LE QUEUSOTAGE, OU SOUDURE DU TUBE DE VERRE AU FOND EXTÉRIEUR DE L'AMPOULE

et également chauffés au rouge sur une rampe à gaz. Pour les introduire dans les filières on trempe leur extrémité dans du nitrate de potasse en fusion qui, attaquant leur surface, diminue un peu leur diamètre.

Il ne faut pas moins de 200 à 250 passes dans ces filières, progressivement de plus en plus petites, pour amener le fil à son diamètre minimum d'un centième de millimètre.

Enroulé sur une bobine — dix kilomètres de ce fil forment une bobine grosse comme



RACCORDEMENT DU PIED PORTE-FILAMENT A L'AMPOULE DE VERRE

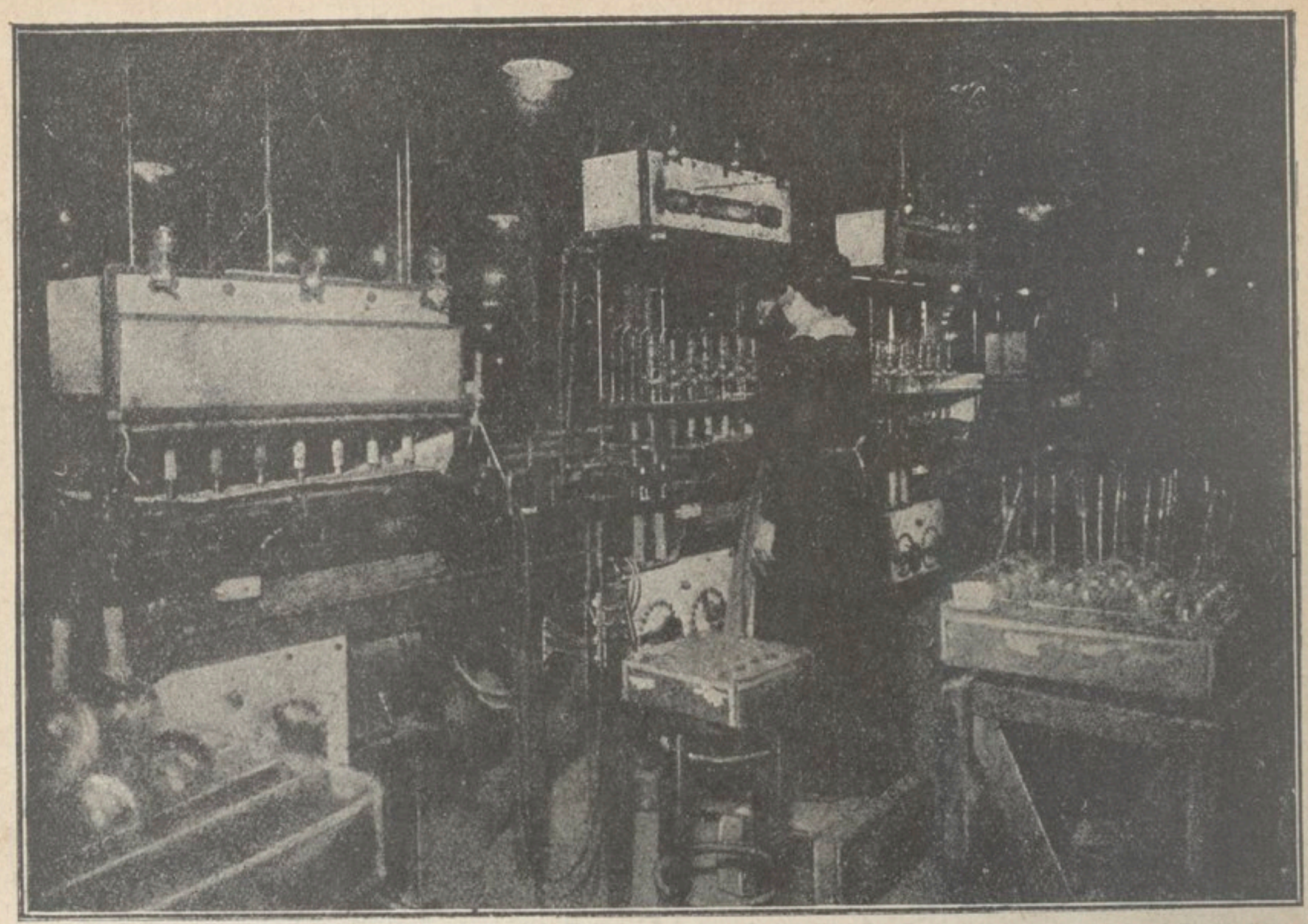
Quand le pied portant le filament convenablement disposé sur ses supports a été introduit dans l'ampoule, on soude ledit pied au col de celle-ci. Au premier plan de la photo, l'ouvrière fait tomber, avec un outil spécial, le verre en excès du col de l'ampoule.

trois doigts — il est alors remis à l'ouvrière qui en prend une certaine longueur à laquelle elle donne la forme voulue en zigzag en le disposant convenablement sur les crochets de potences supérieures et inférieures d'une tige-matrice en tout semblable à celle de la lampe, mais présentant une plus grande solidité. Le passage du courant électrique dans une cloche à atmosphère d'hydrogène fera rougir le fil, qui conservera dès lors cette forme en zigzag sous laquelle on le placera dans les crochets et les boucles des petites potences en molybdène de la lampe. Une de ses extrémités sera d'abord attachée à l'un des fils d'amenée du courant, puis, après avoir passé alternativement par les différents crochets supérieurs et les boucles inférieures, de façon à décrire le zigzag suivant la génératrice d'un cylindre, son autre bout sera fixé très solidement au deuxième fil conducteur par un serrage à la pince.

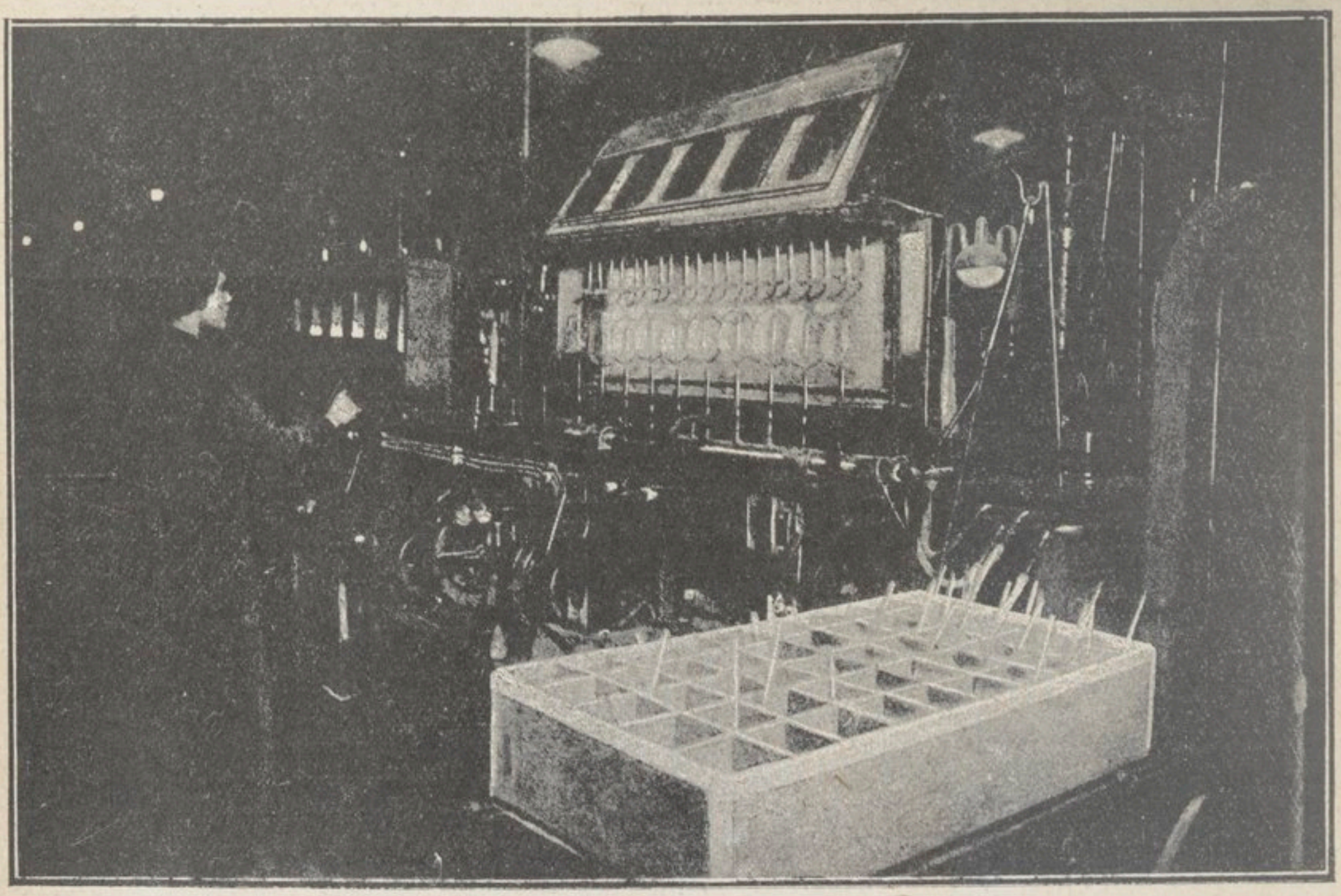
Une vérification très minutieuse du filament et de ses contacts se fait en y lançant un courant, toujours dans une atmosphère d'hydrogène pour éviter l'oxydation.

Il ne reste plus qu'à introduire le pied portant le filament dans son ampoule et à l'y souder. L'ampoule est munie d'un col large (voir la grande planche page 32) et, dans son fond, une ouvrière pratique un trou sur les bords duquel se soude un petit tube de verre appelé *queusot*, lequel servira à retirer l'air de l'ampoule. C'est le *queusotage*, travail assez délicat et dont ne sont chargées que les praticiennes habiles. Elles sont « aux pièces », et leur salaire quotidien peut atteindre dix et même onze francs.

Le pied tout préparé est introduit dans l'ampoule et placé sur une machine qui,



LAMPES MONTÉES PAR LEUR QUEUSOT SUR LE TUBE COLLECTEUR DE LA MACHINE A FAIRE LE VIDE, DANS DES FOURS AMOVIBLES EN TOLE



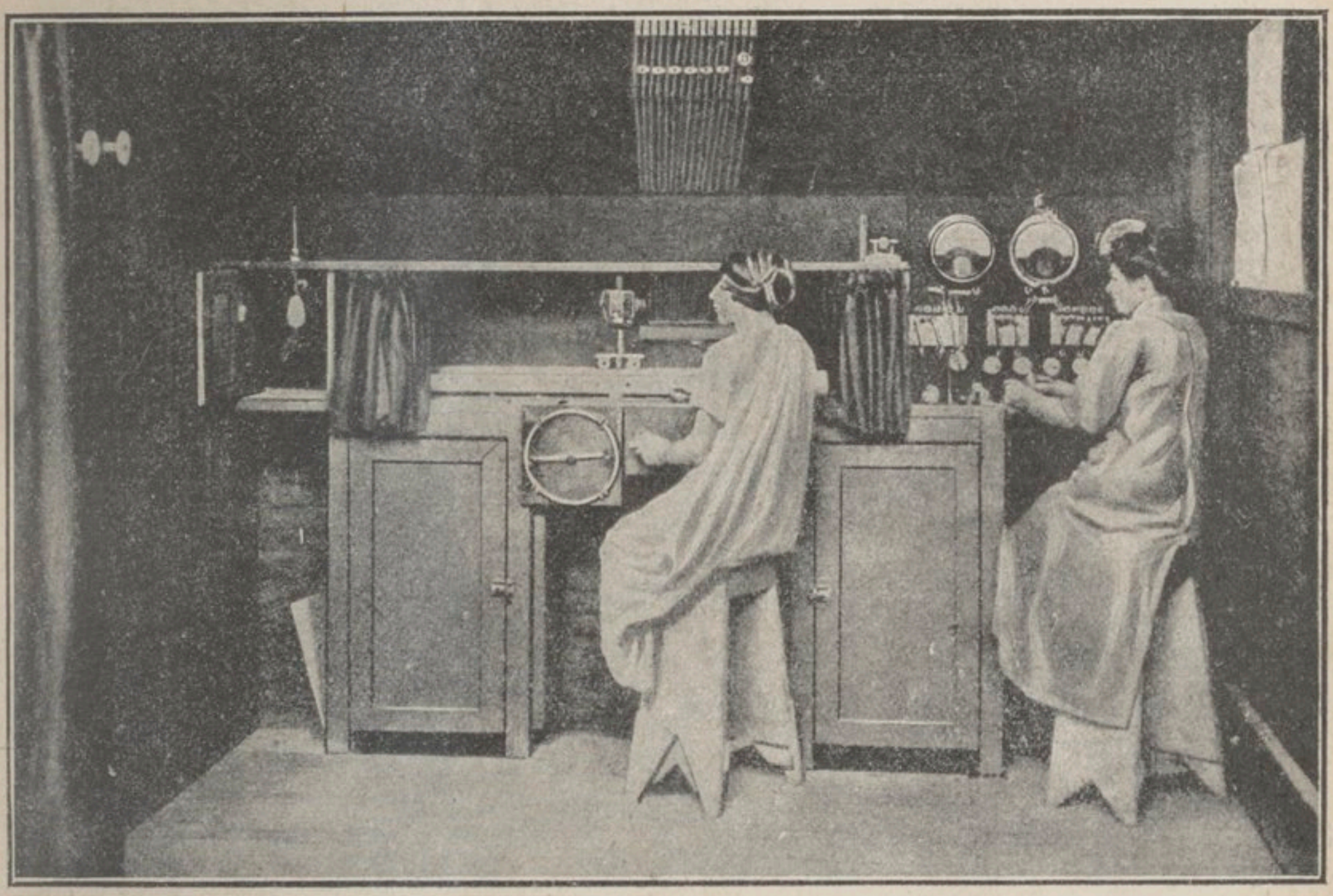
OUVRIÈRE CONTROLANT LE DEGRÉ DE VIDE DES LAMPES A L'AIDE DU TUBE DE GEISSLER

tout en maintenant les deux pièces dans une position convenable, l'une par rapport à l'autre, les fait tourner pendant que le dard d'un chalumeau chauffe le col et pousse le verre très ramolli, presque en fusion, sur le pied auquel il se soude intimement. La lampe est ainsi fermée et ne communique plus avec l'extérieur que par le queusot. On la fixe alors par ce queusot, et à l'aide d'une garniture en caoutchouc, à un tube collecteur en verre, qui en reçoit toute une série et qui est relié aux pompes pneumatiques et à la trompe à mercure. Le vide doit être aussi parfait que possible et inférieur au millième de millimètre de mercure. Il est contrôlé par un tube de Geissler qui s'illumine quand l'air se raréfie et redevient sombre quand ce vide est obtenu. Pendant l'opération, les lampes sont chauffées par une rampe à gaz, dans une caisse amovible en tôle, pour faire disparaître toute l'humidité qu'elles peuvent renfermer, et, vers la fin, on fait passer un courant électrique dans le filament pour chasser l'air ou les gaz occlus.

On soude alors au chalumeau la base du queusot, qui tombe, et il ne reste plus de celui-ci, sur le fond de l'ampoule, qu'une petite pointe en saillie. La lampe terminée est retirée du tube collecteur de la machine à faire le vide et on la passe ensuite à la photométrie pour son étalonnage.

Après les essais photométriques, si la lampe est reconnue bonne, on fixe son culot à l'aide de ciment (c'est le culotage). Les deux fils d'amenée du courant, qui dépassent un peu, sont rognés et soudés à deux petites plaques de contact en laiton, lesquelles sont encastrées dans le couvercle en matière isolante qui recouvre le ciment et termine le culot à baïonnette. Si le culot est à vis, l'un des fils est soudé à la partie filetée.

Le pouvoir éclairant, contrôlé au banc



LA PHOTOMÉTRIE, OU LES LAMPES CONSTRUITES SONT ÉTALONNÉES

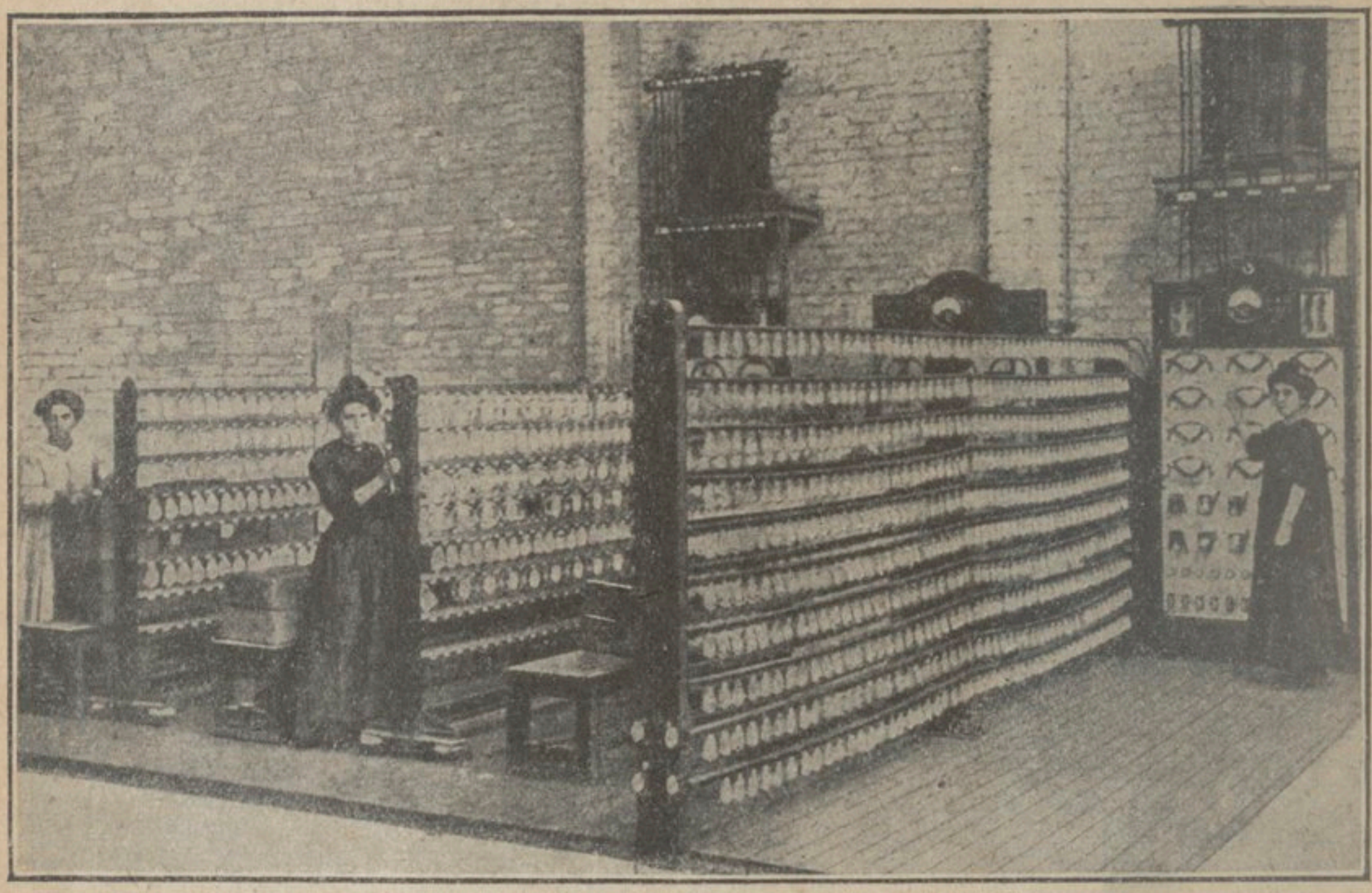
photométrique, détermine le classement selon la catégorie : 10, 20, 50... bougies, ou volts. Ces indications sont inscrites au culot, et la marque de fabrique est imprimée sur le verre à l'aide d'un vernis spécial.

Enfin, les lampes, par groupes de cent, sont allumées simultanément sur des rampes d'essais, pendant quelques heures, afin de permettre d'éliminer celles qui présenteraient le moindre défaut de fabrication.

Toutes ces lampes à filament métallique rectiligne, suspendu entre ses supports dans une ampoule où l'on a réalisé un vide pratiquement parfait, consomment d'ordinaire, au début de leur emploi, un peu plus de 1,1 watt par bougie horizontale (éclai-

rage mesuré seulement dans le sens horizontal) soit, avec la disposition la plus courante du filament, 1,4 watt par bougie sphérique (c'est-à-dire en prenant la moyenne de l'éclairage dans les sens). Au bout de 800 heures, la décroissance de l'intensité lumineuse atteint 10 %, la consommation spécifique moyenne de cette lampe est donc de 1,5 watt environ. Pour augmenter le rendement du filament incandescent, il faut, se basant sur ce que nous avons dit précédemment, augmenter sa température, d'autant mieux que ce rendement croît beaucoup plus vite que celle-ci. Mais on est arrêté dans cette voie par une limite au delà de laquelle le métal se désagrège plus ou moins, diminue de diamètre, se volatilise, émettant des vapeurs qui, comme dans la lampe à filament de carbone, quoique dans une moindre mesure, viennent se coller sur le verre de l'ampoule, qu'elles obscurcissent, interceptant en partie les rayons lumineux. La section du fil diminuant, sa résistance augmente, et le rendement lumineux s'abaisse avec une rapidité plus ou moins grande sous l'influence de ces deux causes.

Il était indiqué que l'on devait chercher à éviter cette désagrégation et cette volatilisation afin de mieux profiter de la faible fusibilité du tungstène, qui ne fond qu'à 3.180 degrés. Comme la température du filament incandescent n'atteignait que 2.200 degrés, il y avait là une belle marge, et les recherches s'orientèrent dans ce sens. En 1912, Irving montra qu'une atmosphère d'azote dans l'ampoule diminue la désagrégation du métal (on a vu plus haut qu'Edison avait déjà trouvé cela en 1880 pour les lampes à carbone), et que, de plus, il y a grand avantage, au point de vue du rendement lumineux et de la durée utile, à employer des filaments de gros diamètre. Ce fut là la base principale des nouvelles lampes intensives à incandescence que l'on avait vainement tenté de fabriquer jusqu'à ce jour.



LES LAMPES A INCANDESCENCE DISPOSÉES SUR LES RAMPES D'ESSAI

Par groupes de 100, les lampes sont allumées pendant quelques heures, afin d'éliminer celles qui présenteraient le moindre défaut de fabrication.

En 1913, l'A.E.G., en Allemagne, et la General Electric Co, en Amérique, entreprirent simultanément des recherches pour la réalisation d'une telle lampe utilisable industriellement, lesquelles furent couronnées de succès, et cette lampe, fabriquée aujourd'hui dans tous les pays par d'importantes sociétés, est devenue d'un usage courant. Elle se compose d'une ampoule, généralement sphérique, remplie d'azote ou d'argon (qui est, comme l'on sait, l'un des

constituants de l'air aussi inerte que l'azote) ou d'un mélange de ces deux gaz, à une pression assez forte (deux tiers d'atmosphère à froid) contenant un filament de tungstène de gros diamètre (1 à 5 dixièmes de millimètres). On a été amené à lui donner une forme en hélice serrée, le foyer étant plus condensé, se refroidit beaucoup moins facilement, et il échauffe moins la paroi de l'ampoule, dont il est plus éloigné.

Un long col éloigne l'hélice du culot et évite que celui-ci ne soit porté à une température excessive par les gaz chauds qui circulent dans l'ampoule, lesquels, échauffés par ladite hélice incandescente et refroidis par les parois, sont soumis à de violents courants de convection. Néanmoins, la perte de chaleur par convection, favorisée par l'atmosphère d'azote, est encore considérable.

L'introduction de l'atmosphère gazeuse dans l'ampoule se fait aussitôt après que le vide le plus parfait possible y a été pratiqué, et que le filament a été débarrassé en totalité des gaz occlus.

La lumière de cette lampe est d'une blancheur éblouissante ; la température du filament est de 2.700 à 2.800 degrés. La puissance lumineuse croissant beaucoup plus vite que la température, elle est plus sensible que la lampe ordinaire aux variations de voltage, mais, grâce à la robustesse du filament, sa durée utile n'est pas diminuée sensiblement. Elle atteint très facilement 1.000 heures.

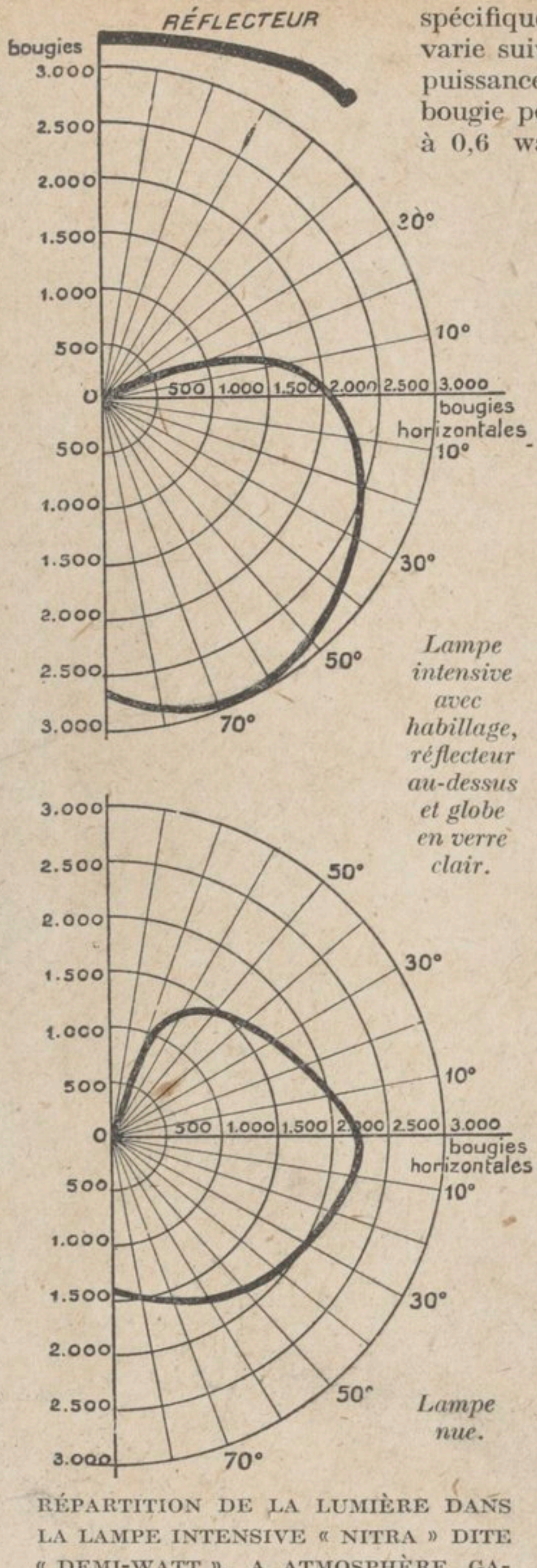
Par suite du survoltage, sa consommation spécifique est très diminuée. Elle varie suivant les marques et les puissances : 0,6 à 0,65 watt par bougie pour 1.000 heures, et 0,55 à 0,6 watt par 600 heures. Ces rendements sont donnés pour l'intensité horizontale (bougies horizontales) toujours supérieure à la moyenne sphérique.

Le nom de lampe « demi-watt » qu'on lui a donné, s'il n'est pas tout à fait exact, est, en somme, assez justifié.

La lampe *Nitra*, de fabrication étrangère, se compose d'un fil de tungstène étiré enroulé en petit boudin serré et suspendu dans une ampoule remplie d'azote. Sa consommation spécifique est de 0,5 watt par bougie horizontale et 0,65 par bougie sphérique moyenne pour la lampe nue, dont la répartition lumineuse est donnée par les figures ci-contre. Sa durée est d'au moins 800 heures pendant lesquelles son intensité lumineuse baisse de 17 % environ. Sa consommation moyenne par bougie sphérique ordinaire est donc en réalité de 0,75 watt. Mais, avec un réflecteur, elle peut n'être que de 0,51 watt par bougie hémisphérique inférieure.

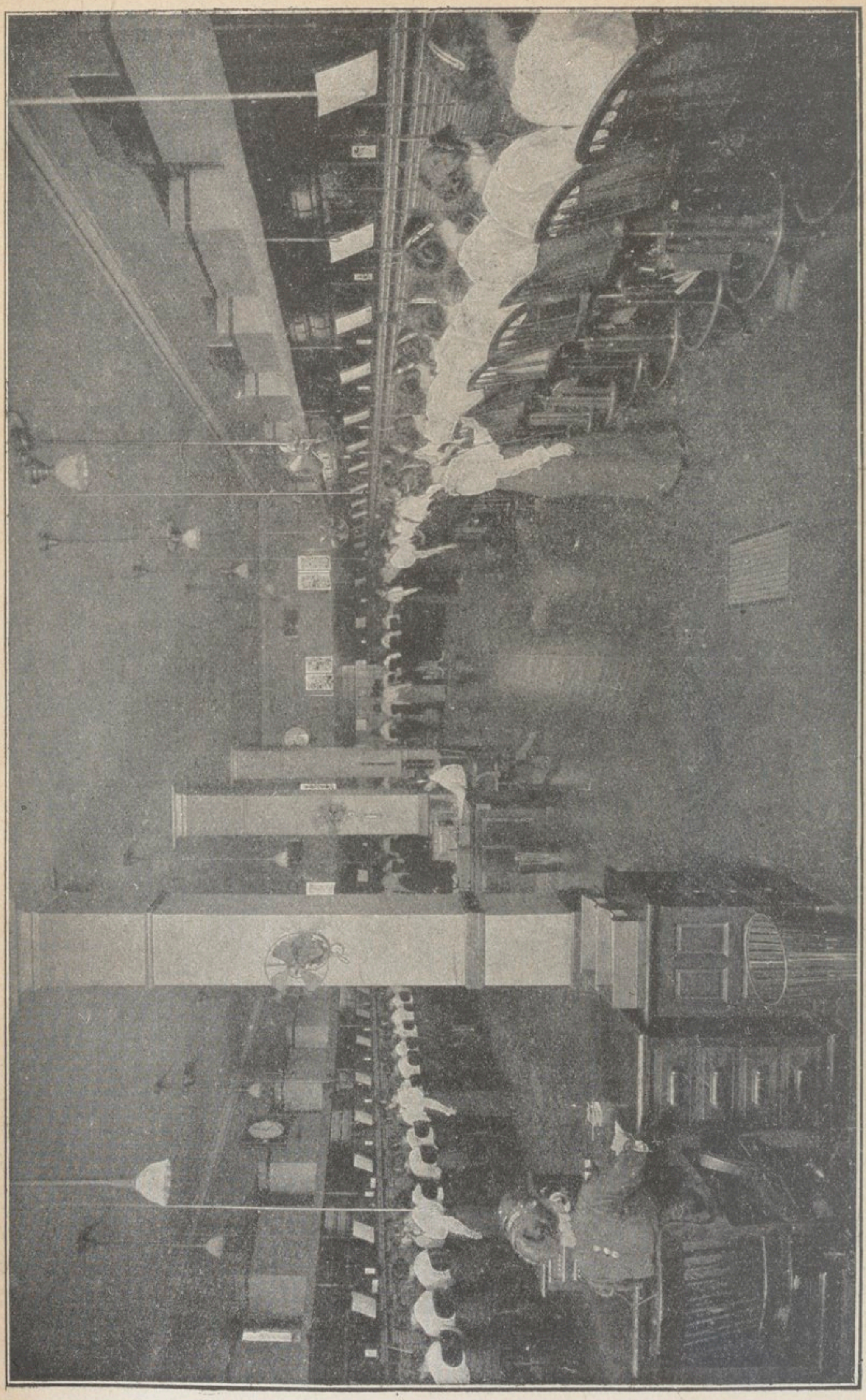
On fabrique des modèles de cette lampe de 50 à 3.000 bougies, et tous voltages usuels jusqu'à 240 volts. Mais elle n'est pratiquement économique qu'à partir de 150 à 200 bougies au moins. Elle est réservée pour l'éclairage des grands locaux, cafés, restaurants, usines, chantiers, gares, quais, voies publiques, etc. Certaines lampes françaises la remplacent très avantageusement.

CAMILLE VIOLLAND.



RÉPARTITION DE LA LUMIÈRE DANS LA LAMPE INTENSIVE « NITRA » DITE « DEMI-WATT », A ATMOSPHÈRE GAZEUSE, AVEC ET SANS RÉFLECTEUR

La plupart des photographies qui illustrent cet article ont été faites à l'usine de la lampe Z, à Courbevoie ; les autres nous ont été obligeamment communiquées par la Cie générale des lampes « Métal ».



VUE INTÉRIEURE DE L'UN DES PLUS IMPORTANTS CENTRAUX TÉLÉPHONIQUES DE LA VILLE DE NEW-YORK, LE « CHELSEA »

LE TÉLÉPHONE AUX ÉTATS-UNIS

Par Austin-C. LESCARBOURA

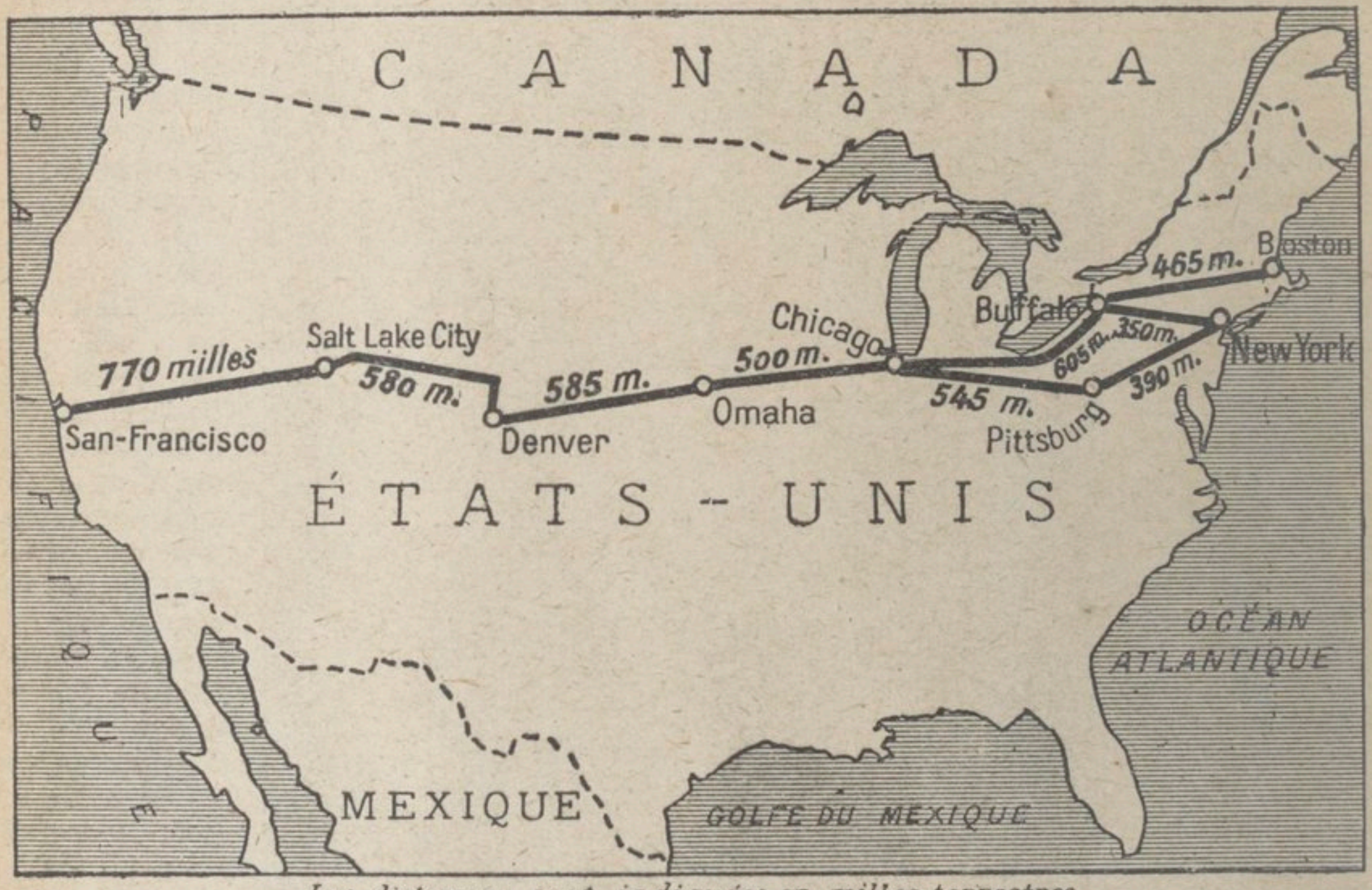
Il y a quelque mois, lord Northcliffe, le grand publiciste anglais, au cours de sa mission aux Etats-Unis, se trouvait dans un bureau d'affaires de New-York où l'avaient convié un certain nombre de directeurs de sociétés de téléphones. Un récepteur lui fut remis; il le porta à son oreille et perçut instantanément le bruit des vagues déferlant sur les rochers de Seal, à San Francisco, c'est-à-dire le murmure du Pacifique *éloigné de plus de 4.000 kilomètres*. Un autre récepteur lui fut alors présenté, qui lui transmit immédiatement la rumeur du flot de l'Atlantique mourant doucement sur la plage de Long Beach, chère aux New-Yorkais. Ainsi, grâce au téléphone, grâce surtout au fonctionnement parfait de la ligne à longue distance reliant New-York à San Francisco, lord Northcliffe eut le privilège enviable d'être mis à même d'entendre simultanément les deux vastes océans qui limitent la grande république alliée à l'orient et à l'occident, gémir sous l'effort continu de leur tâche éternelle.

MODÈLE TYPE DE L'APPAREIL TÉLÉPHONIQUE MOBILE D'UN USAGE GÉNÉRAL AUX ÉTATS-UNIS

Cette magnifique démonstration étonna peut-être encore davantage le publiciste anglais qu'elle ne l'intéressa. Quant à nos amis les Yankees, elle ne leur apprit rien. Pour eux, c'était simplement, en effet, bien que sous une forme inédite, «sportive», comme ils disent, la réédition de ce que des milliers d'Américains font chaque jour puisque, sans la moindre difficulté ni surtout sans interminables attentes, tout abonné peut parler à des correspondants qui se trouvent à une distance souvent égale à plusieurs fois la plus grande longueur de la France.

Quotidiennement, les Américains lancent plus de 30 millions d'appels téléphoniques se répartissant sur des lignes d'environ 32 millions de kilomètres d'étendue, constituant le principal réseau télépho-

nique des Etats-Unis, celui de la Compagnie Bell. Ce système, à lui seul, étend ses ramifications à 70.000 agglomérations, plusieurs milliers de plus que n'en dessert le réseau des téléphones du gouvernement. Il comporte environ 10 millions de postes dont un quart consiste exclusivement en postes ruraux. Pour entretenir ce réseau, l'exploiter, le réparer, l'augmenter et le perfectionner, la Compagnie Bell utilise les services journaliers de près de 180.000 personnes.



Les distances sont indiquées en milles terrestres (Le mille terrestre correspond à 1600 mètres environ)

TRACÉ DE LA LIGNE TÉLÉPHONIQUE TRANSCONTINENTALE DES ÉTATS-UNIS

Partant de New-York, cette ligne, la plus longue du monde, aboutit à San Francisco, reliant ainsi l'Atlantique au Pacifique, après avoir couvert environ 5.500 kilomètres.

On estime qu'un habitant sur huit possède le téléphone aux Etats-Unis ; cet énorme pourcentage est dû surtout à l'incroyable multiplicité des appareils dans les grandes villes. New-York en utilise près de 700.000 et peut-être davantage ; il n'est certainement pas une seule administration, pas une boutique, pas une maison qui ne possède un appareil téléphonique accessible à tous.

Les stations téléphoniques publiques des villes américaines ne sont pas, comme en France, l'unique privilège des bureaux de poste ; à la vérité, c'est dans les bureaux de poste qu'on va le moins lorsqu'on désire téléphoner, car, outre qu'on peut utiliser le téléphone dans tous les magasins (téléphones automatiques et payants dont il sera parlé plus loin), les cabines publiques sont légion dans les grandes villes américaines. Rien qu'à New-York, on en compte environ 33.000. Parfois, elles sont uniques et renferment un appareil automatique fixé contre une cloison, tandis que dans les installations étudiées pour répondre à un trafic intense, elles sont groupées et renferment soit l'appareil automatique, soit un appareil ordinaire desservi par un opérateur professionnel qui a la charge de plusieurs cabines.

L'appareil automatique est employé là où le nombre des communications n'est pas suffisant pour justifier la présence et surtout les frais d'un opérateur. Il se compose d'une boîte en métal épais surmontant la sonnerie et pourvue, comme le montre la photographie de la page 53, de trois fentes pouvant recevoir, l'une des pièces de nickel de 5 cents (notre pièce de 25 centimes), l'autre des pièces de 10 cents (50 centimes), et la troisième, des pièces de 25 cents (1 fr. 25), suivant le coût de la communication. La personne qui désire appeler commence par introduire dans l'appareil une pièce ou, s'il est nécessaire, plusieurs pièces de monnaie, ce qui, auto-

matiquement, établit la communication avec le Central. Elle demande alors le numéro qu'elle désire et elle l'obtient généralement entre cinq et dix secondes. Dans certaines villes, cependant, la pièce de monnaie n'est introduite que sur la demande de l'opérateur du Central, lorsque la communication a été obtenue. De toute manière, si l'abonné appelé n'a pu être touché, l'argent versé est retourné automatiquement par l'opérateur du Central dans un réceptacle *ad hoc* marqué « Coin Return », placé à gauche de l'appareil. Les cabines des stations téléphoniques publiques sont pourvues de portes coulissantes. Dans les stations très importantes, toutes les cabines sont reliées à un tableau desservi par un ou plusieurs opérateurs. Chaque cabine est munie d'une lampe électrique-témoin qui s'allume, soit lorsque la communication est établie, soit lorsque la porte de la cabine est complètement fermée.

GROUPE DE CABINES DANS UN DES PLUS RÉCENTS « GRATTE-CIEL » DE NEW-YORK

Ces cabines ne sont pas, aux Etats-Unis, le privilège des bureaux de poste ; on les trouve, au contraire, dans presque tous les immeubles d'affaires, dans les salles souterraines, les gares, les théâtres et dans les principaux monuments publics.

Dans la plupart des bureaux d'affaires américains, tous les employés ayant une tâche quelque peu importante ont un appareil sur leur bureau. Ces instruments individuels sont reliés à un central privé, de manière que les appels entre bureaux et ceux avec l'extérieur puissent être rapidement et correctement servis. Les hôtels modernes, les clubs, les maisons de rapport, les institutions publiques, etc... ont leurs centraux connectés avec le réseau principal et reliés d'autre part à toutes les salles, appartements ou chambres. Deux nouveaux hôtels en construction à New-York et qui, lorsqu'ils seront achevés, dépasseront comme proportions les immenses édifices de ce genre déjà existants, posséderont des réseaux intérieurs qui desserviront respectivement 2.200 et 2.400 appareils téléphoniques.

Tous les grands magasins de nouveautés, d'alimentation, de consommation, etc... pos-

sèdent, à New-York et dans les principales villes des Etats-Unis, des « tables de commandes téléphoniques ». Autour de ces tables, des employés spécialement entraînés à ce genre de travail, reçoivent toutes les commandes transmises par le téléphone et les exécutent ou se contentent de les transmettre, encore téléphoniquement, aux différents rayons ou magasins. Le client possède généralement un catalogue et un tarif des maisons où il a l'habitude de se servir ; chaque article ayant un numéro d'ordre, il suffit d'indiquer celui qui correspond à l'objet dont on veut faire l'achat pour le recevoir sans confusion possible ; des commandes sont ainsi transmises de villes souvent extrêmement éloignées.

Les ménagères font leur marché par téléphone et commandent de cette manière leur épicerie, leur viande, etc... qui leur sont apportées à domicile avec une rapidité admirable, grâce à un service d'automobiles et de voitures de livraison sans rival.

Les annuaires téléphoniques des grandes villes américaines viennent au secours des abonnés, qui, dans certaines circonstances critiques, pourraient s'affoler et ne pas savoir à quelle porte réclamer de l'aide. C'est ainsi que, sur leur couverture, on lit en lettres rouges : « Si vous avez besoin d'un docteur, d'une ambulance, d'un agent de police, de signaler un incendie, dites simplement à l'opérateur : « J'ai besoin d'un docteur, d'une ambulance », etc... N'est-ce pas admirable? Mais il y a mieux, en moins sérieux, il est vrai : vous vous levez un matin et constatez que votre pendule s'est arrêtée ; ou bien vous doutez que votre montre marque correctement l'heure ; que faire? — Très simplement, vous décrochez le récepteur de votre téléphone et dites à la téléphoniste, sans précaution oratoire aucune : « Quelle heure est-il? »

BUREAU DE RÉCEPTION DES COMMANDES TÉLÉPHONÉES, DANS UN GRAND MAGASIN

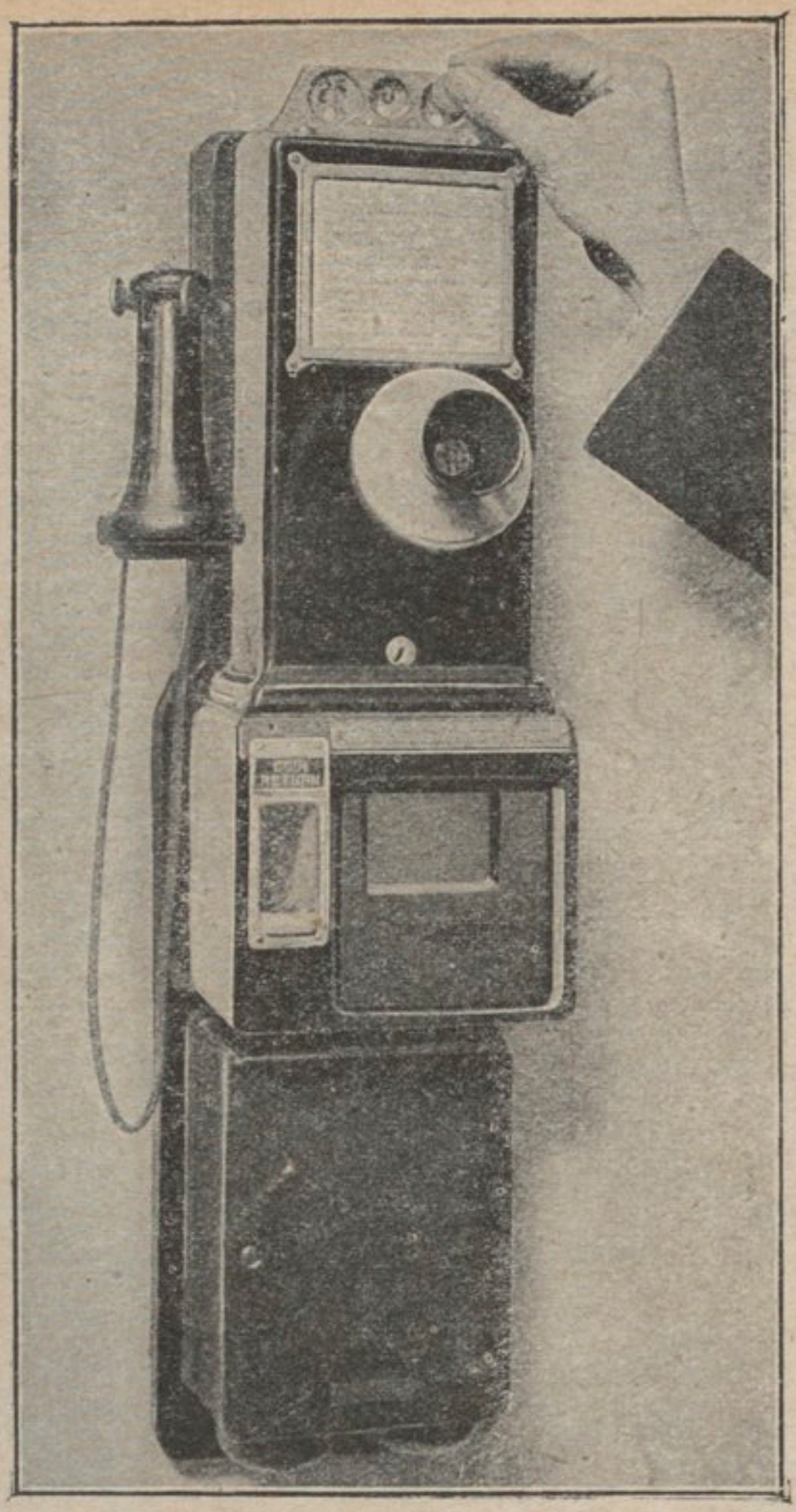
Aux Etats-Unis, l'acheteur se déplace le moins possible : il préfère téléphoner ses commandes. Pour l'épicerie, les viandes, les légumes, la pharmacie, les ménagères s'adressent téléphoniquement à leurs fournisseurs, qui ont tous une équipe d'employés spéciaux pour la réception des ordres de livraison.

Elle vous répondra aussitôt, après un rapide coup d'œil jeté sur l'horloge électrique marquant l'heure de l'Observatoire, placée dans chaque bureau : « Il est telle heure », et vous pouvez vous y fier, je vous en réponds. Maintenant, si vous réfléchissez à ce fait qu'une téléphoniste répondra à pareille question plus de cent fois peut-être dans une seule journée, vous serez forcé de convenir que les demoiselles du téléphone américaines sont non seulement toutes charmantes, mais bien stylées. D'ailleurs, et sans partialité, il faut leur reconnaître une parfaite civilité.

Les bureaux centraux téléphoniques des Etats-Unis ne ferment jamais ; à n'importe quel moment de la journée ou de la nuit, il y a toujours en service un personnel suffisant pour prendre soin de toutes les communications demandées.

New-York, avec ses 5.500.000 habitants, a une superficie inférieure à celle de Londres, et cependant ses rues, dans le quartier des affaires, sont moins congestionnées que les voies correspondantes de la métropole anglaise ; deux choses expliquent ce fait : le téléphone et le gratte-ciel. Le téléphone fait « voyager » les gens par la parole ; le gratte-ciel les loge. Quoi qu'il en soit, les habitants de New-York utilisent le téléphone plus de 2.500.000 fois chaque jour.

On peut, pour démontrer l'excellence et l'étendue du réseau téléphonique américain, en même temps que le rôle qu'il joue dans les transactions commerciales et financières, citer les deux exemples suivants :



MODÈLE TYPE DU TÉLÉPHONE AUTOMATIQUE EN USAGE AUX ÉTATS-UNIS

Trois fentes disposées au-dessus de l'appareil permettent d'y introduire une pièce de monnaie ou, si besoin est, plusieurs pièces de 5, 10 ou 25 cents, suivant le coût de la communication. Une fois le prix acquitté, on décroche le récepteur, on demande le numéro voulu et, si la communication ne peut être obtenue, l'argent versé retourne automatiquement dans le petit réceptacle de gauche marqué « Coin Return », où l'intéressé n'a qu'à le prendre.

Un vendeur de grains couvrit un jour, au moyen de trente-huit appels téléphoniques, une partie de l'Etat du Maine en trois heures et vendit 126 wagons de grains représentant une valeur totale de 74.400 dollars.

Un boursier new-yorkais était assis dans son bureau et s'entretenait avec un ami. La sonnerie du téléphone retentit. Il y répondit et parla pendant quelques minutes ; il raccrocha ensuite le récepteur et demanda un numéro qu'il obtint rapidement. Quand il eut terminé, il dit à son ami : « J'ai reçu de Cleveland une offre représentant 100.000 dollars d'obligations et j'ai vendu ces valeurs à un client demeurant à Atlanta avec un bénéfice très appréciable. — Quand? demanda l'ami. — A l'instant, pendant que vous restiez assis ; tout fut fait par téléphone. » Cleveland est à quelque 1.100 kilomètres à l'ouest de New-York, et Atlanta est à environ 1.400 kilomètres au sud de la même ville. Le financier avait donc franchi ces 2.500 kilomètres, une distance supérieure à celle de Paris-Madrid, en quelques minutes et effectué une grosse opération sans bouger de sa chaise ni élever la voix au-dessus du ton normal de la conversation courante.

Dans les « business quarters » de New-York, où des millions de dollars circulent en tous sens et pourtant impalpables, le téléphone joue un rôle considérable ; ceci est particulièrement vrai dans la partie de

DISPOSITIF ÉVITANT L'ENCOMBREMENT D'UN BUREAU PAR LE TÉLÉPHONE

Il se compose d'une sorte de bras articulé supportant très convenablement l'appareil et permettant de le repousser loin de soi quand la conversation est terminée.

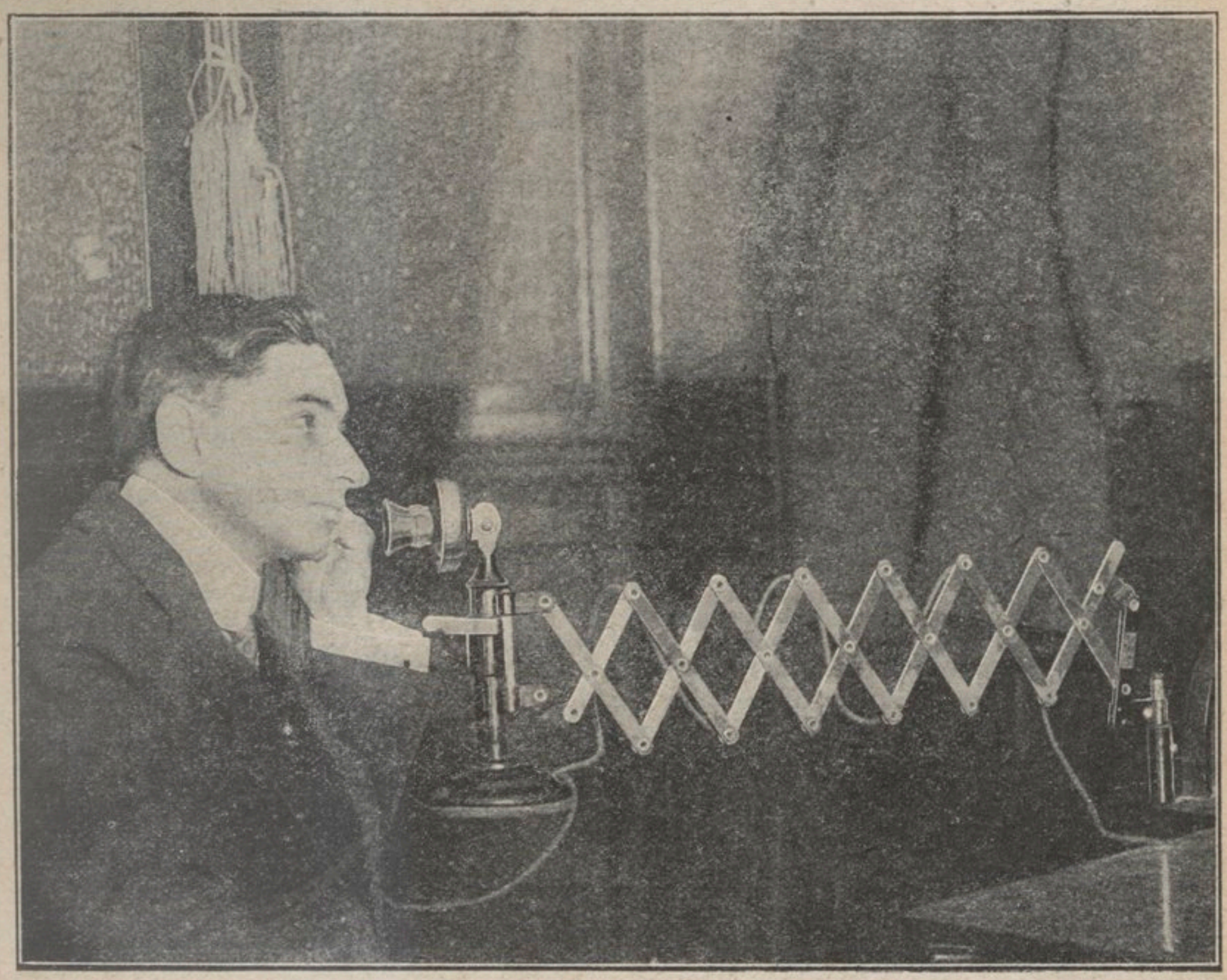
Broad Street, où se tient un marché financier bizarre, sorte de foire aux valeurs où vendeurs et acheteurs choisissent un tronçon de rue qui n'a pas cinquante mètres de longueur pour théâtre de leurs activités. Ces courtiers font un échange de valeurs non cotées en Bourse et connues sous le nom de « Curb Stocks », qu'on pourrait traduire par « valeurs du bord du trottoir ». Ils occupent également des bureaux entassés dans trois ou quatre vieilles et petites maisons faisant face au marché, de chaque côté de la rue. Des employés se tiennent aux fenêtres de ces bureaux, plus en dehors qu'en dedans, le téléphone en main, et, au moyen de signaux conventionnels, ressemblant assez à la mimique des sourds et muets, ou encore à l'aide d'éclats lumineux, ils se maintiennent en communication avec leurs patrons ou associés. Ceux-ci, par tous les vents, en toutes saisons, traitent leurs affaires au dehors, les débattent dans un brouhaha qui reproduit en plus petit celui de la Bourse de Paris aux environs d'une heure de l'après-midi. Les employés ou courtiers aux fenêtres prennent téléphoniquement les ordres de leurs clients et les signalent à leurs partenaires dans la rue par les moyens indiqués ; ceux-ci répondent de la même manière, de sorte que le client, sans quitter le téléphone, sait, au bout de quelques minutes, s'il a pu vendre les valeurs dont il désirait se débarrasser ou, au contraire, s'il a pu se procurer celles qu'il voulait acquérir, et à quel prix.

La vogue du téléphone aux Etats-Unis est due surtout à ce que le service y est sûr et rapide, et le réseau extrêmement ramifié. Il n'existe que deux types d'appareils, l'un mobile, l'autre fixe. L'un et l'autre sont caractérisés par une grande simplicité. Le plus répandu, l'appareil mobile, se compose d'un socle lourd garni en dessous d'un disque de feutre et d'un bras que surmonte le microphone ; celui-ci peut pivoter dans un plan vertical de manière à toujours recueillir la parole dans les meilleures conditions possibles, quelle que soit la taille de la personne qui en fait usage. Le récepteur a la forme

d'un cornet allongé, ce qui le rend commode à manier ; on le suspend à un levier terminé par une fourchette. Le disque du microphone porte un volet dans lequel on insère un petit carton portant le numéro de l'abonné. L'appareil est robuste, toutes ses parties et pièces constituantes sont interchangeables. L'instrument est relié à une boîte qui renferme un petit condensateur, une bobine d'induction et la sonnerie. Point n'est besoin de piles pour son fonctionnement, car le courant téléphonique est fourni par des batteries d'accumulateurs installées dans les stations centrales ; des générateurs à courant alternatif de 75 volts de force électromotrice sont également installés dans ces stations pour fournir le courant nécessaire aux appels, c'est-à-dire pour actionner les sonneries, les lampes-témoins, etc...

Le second type d'appareil est le téléphone mural. Il est fabriqué en tôle d'acier estampée et ne diffère de l'autre que par le fait qu'il est absolument fixe et ne forme, avec la boîte des appareils auxiliaires et la sonnerie, qu'un seul et unique élément.

Une infinité de dispositifs sont employés dans les bureaux américains pour que l'appareil téléphonique mobile ordinairement posé sur le bureau ne constitue pas un embarras tout en restant à portée de la main. Le plus populaire est une sorte de bras extensible et contractile, appelé familièrement « lazy-tongue » (langue paresseuse), pouvant être levé ou abaissé dans un plan vertical grâce à sa monture à pivot ; pour téléphoner, il suffit d'allonger le bras et tirer l'appareil à soi ; la conversation terminée, on repousse l'instrument et, au besoin, on le remonte assez haut pour qu'il ne puisse être d'aucune gêne. D'autres dispositifs répondent au désir de laisser à la personne qui téléphone le libre usage de ses deux mains. L'un des meilleurs se compose d'un bras articulé pouvant être également plus ou moins éloigné ou rapproché du bureau ; ce bras porte un support pouvant maintenir fermement le

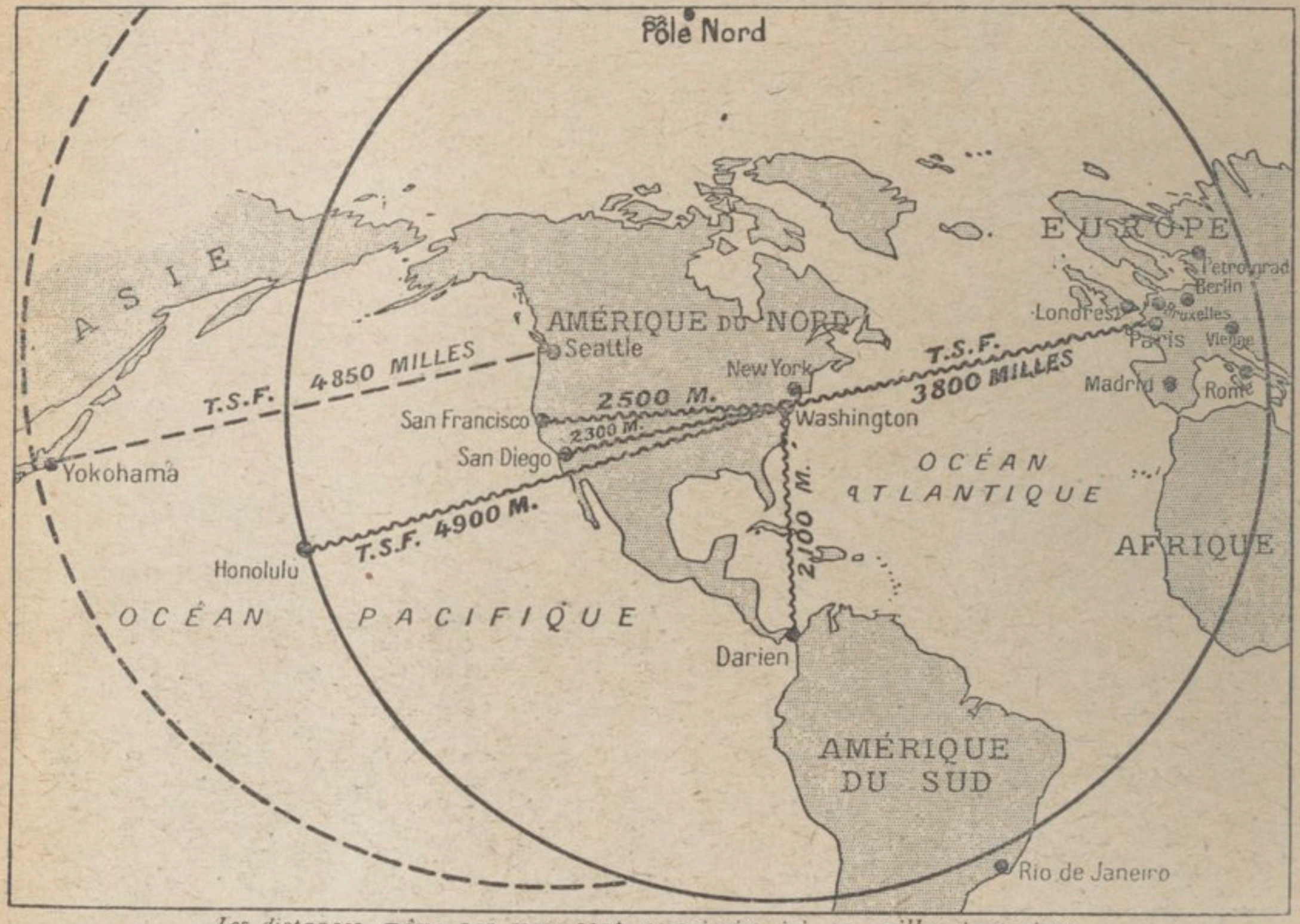


AUTRE DISPOSITIF POUR MAINTENIR A SA PORTÉE UN APPAREIL ÉLOIGNÉ

Ce support extensible est d'une grande utilité lorsque, assis dans un fauteuil, par exemple, on veut avoir près de soi un téléphone habituellement posé sur une table.

récepteur de l'appareil téléphonique, à peu près à hauteur de l'oreille, quand, l'ayant décroché pour répondre à l'appel, on l'y a placé ; ainsi la personne qui téléphone conserve ses deux mains libres. Un autre dispositif de ce genre consiste en une lame serrant la tête et portant un seul récepteur appliqué en permanence contre l'oreille et relié au récepteur ordinaire suspendu à l'appareil ; si bien que, lorsqu'on veut utiliser le téléphone, il suffit de décrocher ce récepteur et de le poser sur la table puisque l'on écoute dans celui placé contre l'oreille. Mais, le dispositif le plus récent et qui semble le plus intéressant, consiste en une boîte de résonnance et une paire de tuyaux acoustiques se terminant par des écouteurs semblables à ceux des premiers phonographes, c'est-à-dire pouvant être introduits dans le pavillon de l'oreille. Quand on veut téléphoner ou répondre à un appel, on pose le récepteur sur la boîte de résonnance, les écouteurs étant conservés en permanence dans les oreilles. Ainsi, non seulement on conserve l'usage des deux mains, mais on s'isole par la même occasion de tous les bruits extérieurs qui pourraient vous gêner.

Puisque nous en sommes aux dispositifs employés conjointement avec le téléphone, nous pouvons dire deux mots du *Télescribe*, un instrument imaginé par Edison et qui est une adaptation du phonographe à cylindres de cire de cet inventeur. Quand il est relié à une ligne téléphonique, les conversations échangées peuvent être enregistrées automatiquement soit en totalité, soit en partie. Cet appareil permet, pour ne citer qu'une de ses multiples applications, à un vendeur se trouvant dans le bureau ou le magasin d'un client, de téléphoner à sa maison sous la dictée de l'acheteur l'énoncé d'une commande ou les termes d'un marché, avec la certitude que cette communication sera parfaitement interprétée. Il est évident que cette manière de procéder évite non seulement toute confusion, mais fait gagner du temps. Les cylindres de cire sont donnés à la dactylographe qui les place sur le phono-



Les distances, même par mer, sont exprimées ici en milles terrestres (Le mille terrestre correspond à environ 1600 mètres)

CARTE MONTRANT, EN LIGNE DROITE, LES DISTANCES COUVERTES PAR LES GRANDES LIGNES TÉLÉPHONIQUES DU CONTINENT AMÉRICAIN

Cette carte montre également les liaisons établies par télégraphie sans fil entre l'ancien et le nouveau continent, d'une part, et, de l'autre, entre ce dernier et le Japon, ainsi qu'avec Honolulu et Panama.

graphe et recopie la dictée au son émis par la machine parlante, avec la même aisance que si elle lui était faite verbalement.

La ligne transcontinentale, ou plutôt les circuits ou lignes qui, ajoutés les uns aux autres, constituent le fil New-York-San Francisco, concourt à former le réseau reliant

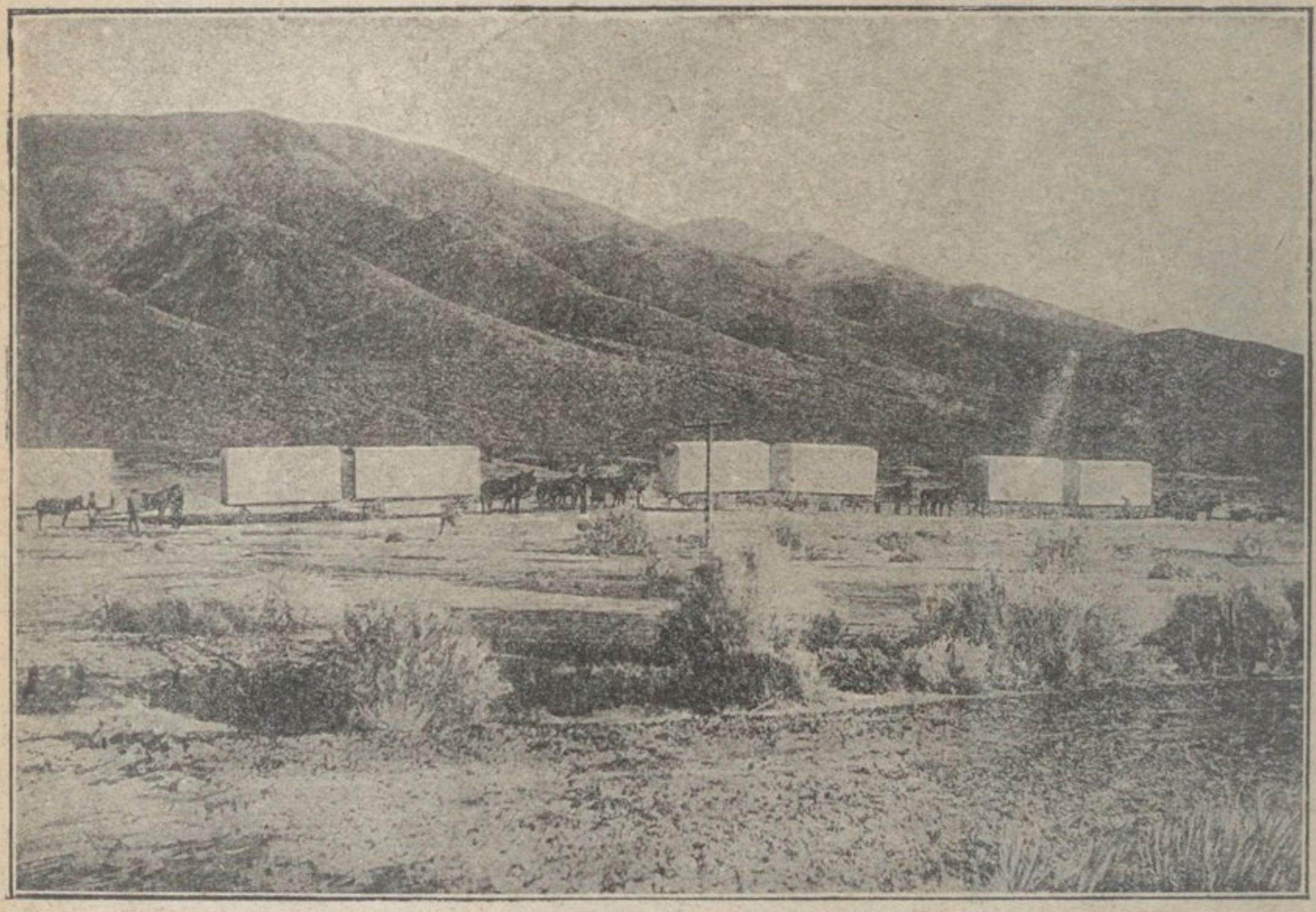
LA MAISON FAISANT FACE A LA « BOURSE DU TROTTOIR », A NEW-YORK

Un marché de valeurs non cotées à la Bourse se tient tous les jours sur une petite longueur de Broad street, à New-York. Des courtiers y achètent et y vendent toutes sortes de valeurs plus ou moins sérieuses. Par des signaux conventionnels, au moyen aussi d'éclats lumineux produits par des lampes électriques de poche, ces courtiers restent en communication avec des employés ou partenaires qui, eux-mêmes, sont en communication téléphonique avec leurs clients. Ainsi, ces derniers savent presque instantanément s'ils ont pu acheter les valeurs convoitées ou se débarrasser de celles qu'ils voulaient vendre et à quel prix. Sans le téléphone, ce curieux marché ne pourrait exister.

les villes principales des Etats-Unis. Elle consiste en deux fils pesant chacun environ 124 kilogrammes par kilomètre, soit un total d'environ 1.350 tonnes de cuivre pour une longueur approximative de 5.400 kilomètres de ligne. Si un semblable circuit n'était alimenté que par un courant de l'intensité de ceux des circuits téléphoniques ordinaires, l'énergie qui parviendrait à son extrémité réceptrice serait de l'ordre de la vingt-cinq millionième partie de l'énergie qui lui serait communiquée à l'extrémité transmettrice. Certaines limitations de la puissance des transmetteurs téléphoniques et de la sensibilité des récepteurs établissent le fait qu'on ne peut attendre une bonne transmission de la parole d'une ligne qui ne fournit pas au récepteur au moins un millième de l'énergie impartie dans le transmetteur, et, dans de nombreux cas, la proportion désirable est d'un centième, sinon davantage. D'autre part, il est évident que l'on pourrait diminuer la perte d'énergie en abaissant la résistance de la ligne, et, par conséquent, en augmentant proportionnellement le diamètre des fils ; mais cela entraînerait une dépense de matière supplémentaire considérable et prohibitive. Comment donc la parole peut-elle

être transmise dans de bonnes conditions de New-York à San Francisco avec des fils d'un diamètre tel que la perte de courant est formidable? Voilà une question qui nécessite évidemment quelques explications.

Pour augmenter l'efficacité d'une ligne téléphonique de grande longueur, on lui intercale à des intervalles appropriés des bobines d'induction calculées d'une façon toute spéciale et que l'on appelle des bobines



VOITURES TRANSPORTANT LES OUVRIERS DE LA LIGNE NEW-YORK - SAN FRANCISCO

Le personnel chargé de la surveillance, de l'entretien et des réparations de l'immense réseau téléphonique voyage dans des sortes de roulottes qui lui servent d'habitation. Les ouvriers emportent tout ce qui est nécessaire à leur subsistance pendant ces déplacements, qui sont souvent de longue durée.

de charge. Sur la ligne New-York-San Francisco, environ 400 de ces bobines sont espacées à des intervalles compris entre 12 et 15 kilomètres. Ces bobines diminuent les pertes de courant dans des proportions telles que l'énergie qui parvient à l'extrémité réceptrice est, environ, la millionième partie de celle qui a été mise dans le circuit à l'extrémité transmettrice. Ce n'est pourtant pas suffisant, à beaucoup près. Mais, en dehors de ces bobines, d'autres appareils connus sous le nom de répétiteurs téléphoniques sont également intercalés dans la ligne ; ils sont capables, recevant un courant électrique affaibli, d'introduire dans le circuit un nouveau courant dérivé d'une source indépendante, mais contrôlé par le premier, de sorte que cette nouvelle énergie possède, au point de vue électrique et de transmission du son, toutes les caractéristiques de l'énergie affaiblie qu'elle ne fait, en somme, que raviver. L'emploi de ces appareils, dont la théorie est assez complexe et trop longue à expliquer pour entrer dans le cadre de cet article, a permis de recevoir à l'extrémité réceptrice d'un circuit téléphonique de grande longueur une énergie égale à un quatre-vingtième de celle impartie à l'extrémité transmettrice. Ce sont ces bobines d'induction et ces répétiteurs qui ont permis de résoudre pratiquement le problème de la téléphonie terrestre à longue distance. Les deux fils dont nous avons parlé sont protégés par 300.000 isolateurs.

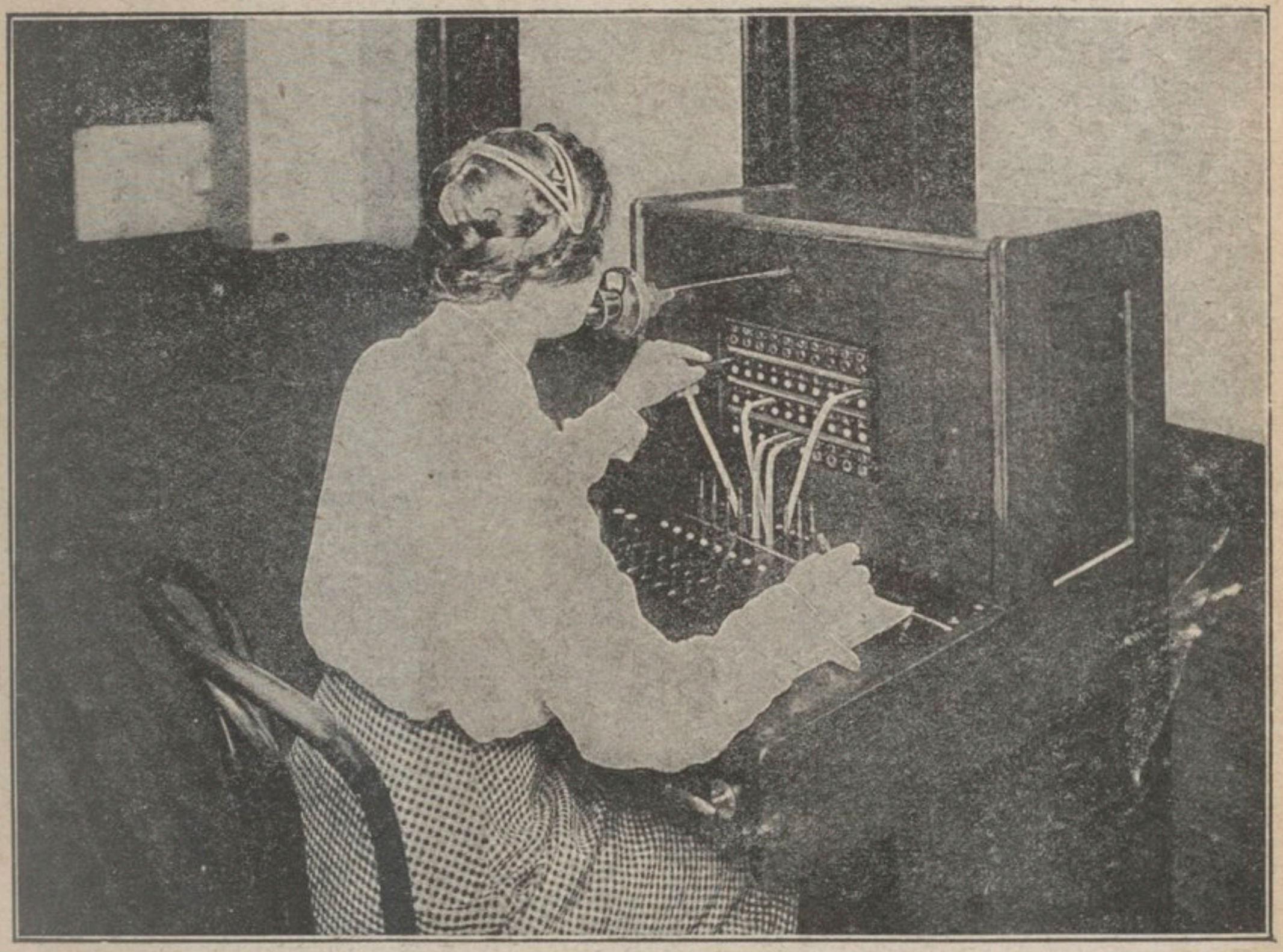
Parmi les hommes vaillants que les Etats-Unis nous envoient pour collaborer à l'œuvre commune se trouvent des centaines d'ouvriers téléphonistes expérimentés. Ils ont la charge des communications téléphoniques de l'armée américaine, tant sur le front qu'à

l'arrière, en liaison avec nos propres divisions, états-majors, etc... Il n'est pas douteux que leurs méthodes, leurs moyens et leurs appareils seront et sont peut-être déjà étudiés par nos experts comme par nos propres téléphonistes militaires qui, sans doute, y puiseront d'utiles enseignements.

Il ne serait pas juste de terminer cet article sans dire quelques mots du développement important que prend actuellement aux Etats-Unis la téléphonie sans fil. Ce développement doit son essor à l'exploitation d'un brevet nouveau sur lequel, pour le moment, la compagnie intéressée garde le plus grand secret. Les premières expériences auxquelles ce nouveau système donna lieu datent d'un peu plus de deux ans ; elles furent effectuées en partie, et avec un succès complet, entre la station de télégraphie sans fil américaine d'Arlington (Virginie) et la tour Eiffel. Si l'on songe que les plus grandes distances jusque-là franchies par la parole sans l'aide de fils n'avaient pas dépassé 300 kilomètres, on conviendra que le nouveau procédé fit de jolis débuts. Les choses n'en restèrent pas là, et, peu après, la voix humaine franchit, sans autre aide que l'imponderable éther, tout le continent américain et l'océan Pacifique jusqu'aux îles Hawaï (poste de T.S.F. d'Honolulu). La plus grande portée obtenue fut de 4.900 milles (près de 8.000 kilomètres).

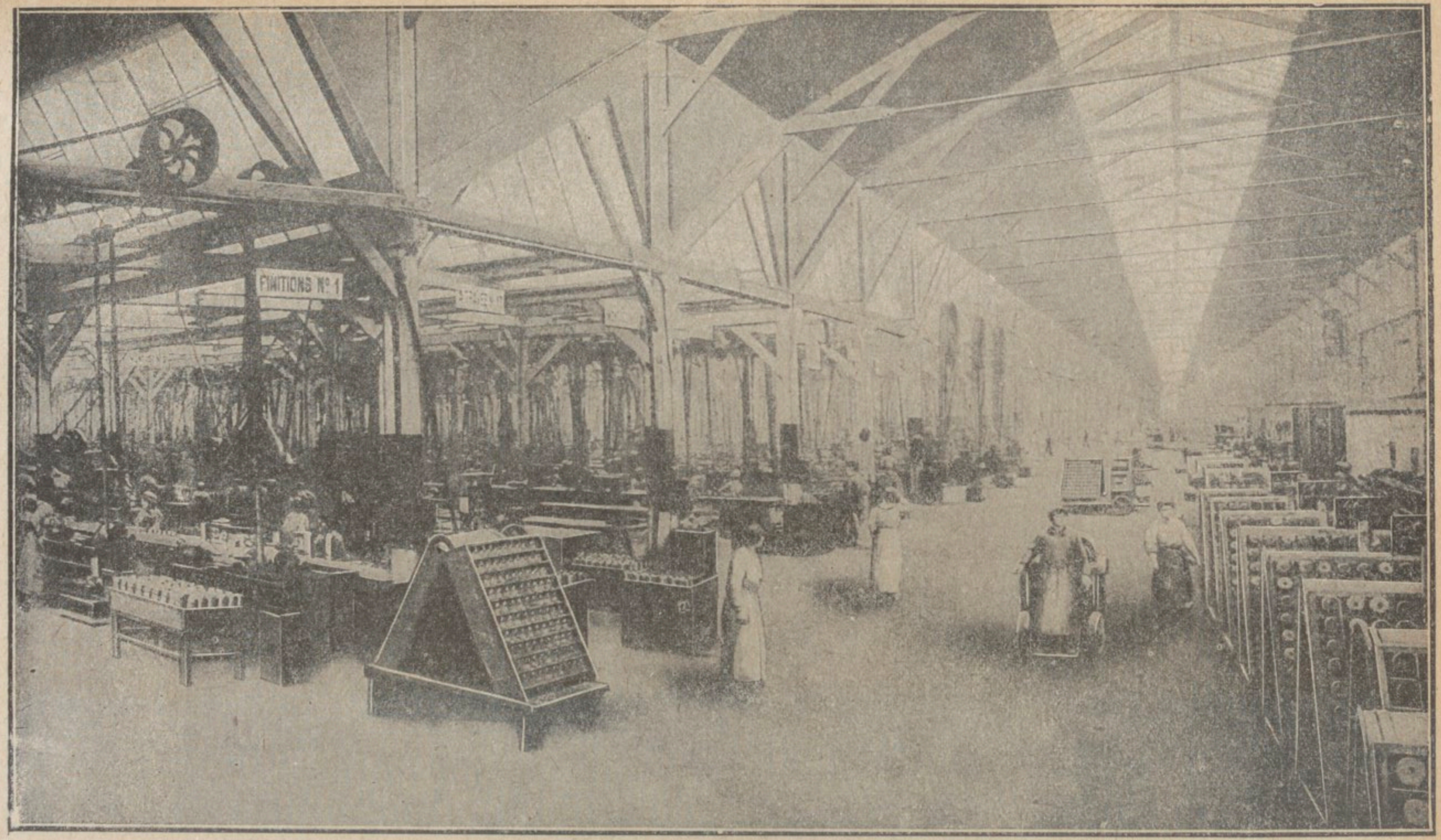
Toutes les stations de T.S.F. américaines seront bientôt complétées par une installation de téléphonie sans fil ; ensuite, ce sera le tour de tous les bâtiments de guerre, puis, sans doute, mais après la cessation des hostilités, celui des paquebots faisant le service entre les Etats-Unis, l'Angleterre et la France. Un jour viendra aussi, espérons que ce sera bientôt, où la station de télégraphie sans fil de la tour Eiffel, actuellement si précieuse au point de vue militaire, rendue à son service du temps de paix, permettra d'assurer des communications téléphoniques fréquentes et régulières avec l'Amérique.

AUSTIN-C. LESCARBOURA.



TYPE DES « CENTRAUX » PRIVÉS EMPLOYÉS DANS LES HOTELS, CLUBS, ETC... AMÉRICAINS

Nous avons en France, dans la plupart des grandes administrations publiques et particulières, des appareils de ce genre ; aussi, nous ne reproduisons cette photographie que pour montrer la forme extrêmement simple et l'agencement spécial du central téléphonique privé d'un usage courant aux Etats-Unis.



VUE GÉNÉRALE DES ATELIERS D'USINAGE ET DE FINITION DES OBUS DE 75, A L'USINE MODERNE DU QUAI DE JAVEL

Dans les allées spacieuses qui desservent ces vastes ateliers, où tout est disposé pour obtenir le meilleur rendement dans la fabrication, on voit circuler les petits chariots électriques qui transportent les projectiles aux divers endroits où ils sont réclamés par les ouvriers.

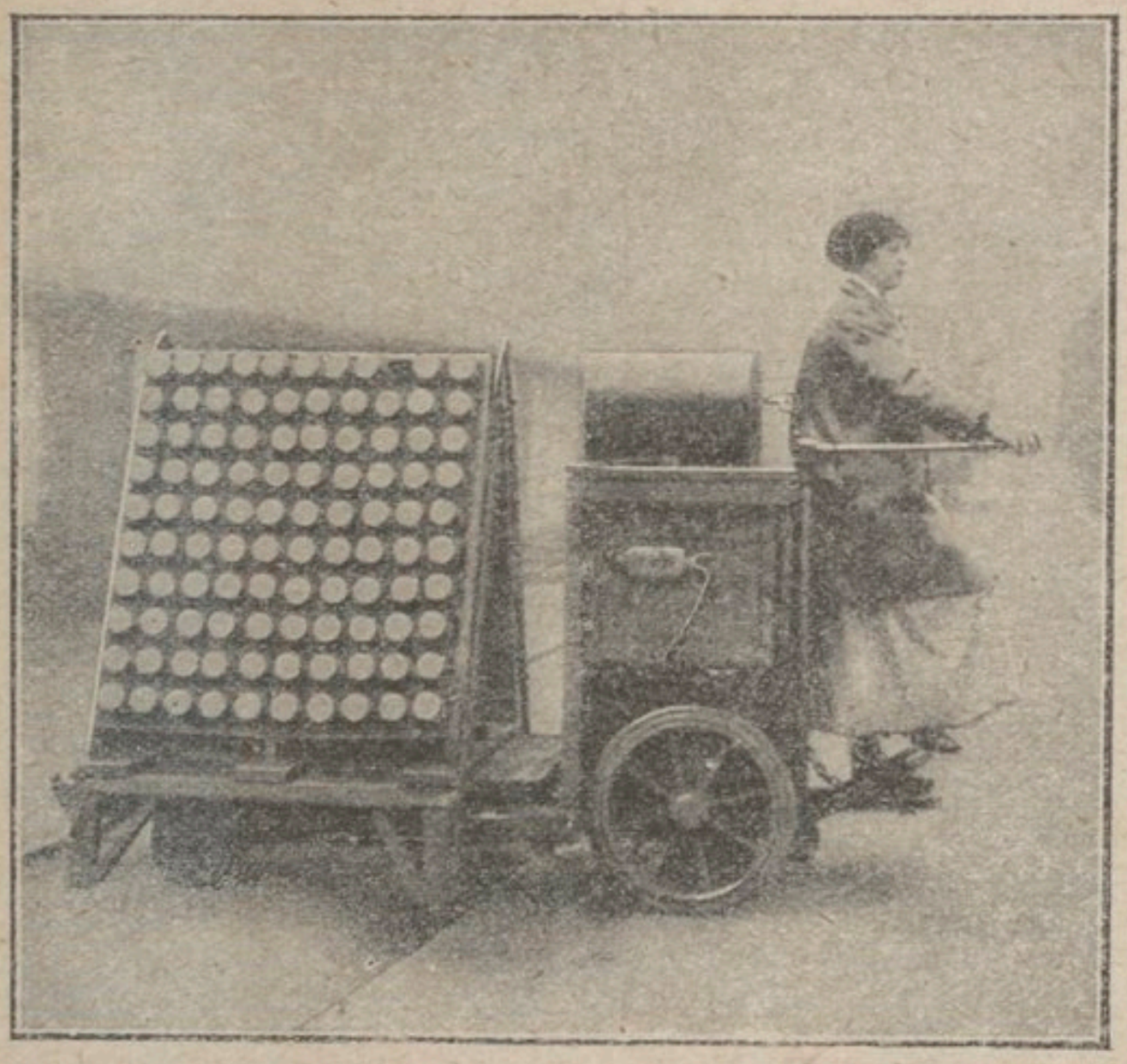
L'ORGANISATION DU TRAVAIL, LES RÈGLES DE L'HYGIÈNE ET DU REPOS DANS UNE USINE MODERNE

Par André CITROËN

Pour obtenir le meilleur rendement d'une usine, c'est-à-dire une production intensive par chaque ouvrier ou personne employée, rendement dont le coefficient peut être contrôlé en divisant le chiffre d'affaires, soit calculé en argent, soit calculé en tonnage, par le nombre total des travailleurs de l'établissement, la condition principale est, avant tout, de faire le moins d'objets possible et d'éviter de changer de type et de fabrication.

Si l'on arrive, d'une part, à étudier d'une façon précise quelles sont les opérations nécessaires à la fabrication et dans quel ordre elles doivent être exécutées, et, d'autre part, l'adaptation des machines auxdites opérations, le rendement exact de l'outillage, on évite les à-coups et on permet à un atelier de produire régulièrement, dans le même temps, le même nombre d'objets.

L'exemple de la fable de La Fontaine *le Lièvre et la Tortue* peut être appliqué à une usine. En effet, l'atelier qui, d'un bout de l'année à l'autre, fonctionne d'une façon régulière, aura un rendement beaucoup plus considérable qu'un atelier marchant par à-coups, même si, à certains moments, cet atelier produit d'énormes quantités d'objets. C'est une des raisons pour lesquelles, à mon avis, l'industrie automobile n'a jamais eu, avant la guerre, le développement sur lequel on était en droit de compter. Nous sommes un peuple d'inventeurs, de créateurs ; mais, dominés par la manie du changement, du perfectionnement; dès qu'une chose est à peu près au point, nous voulons qu'elle soit modifiée, et rien n'est plus désastreux pour une fabrication que ces bouleversements continuels : bureau d'études sans cesse sur les dents, atelier de modelage toujours surmené par des modifications successives, retard dans l'arrivée des matières premières, et surtout impossibilité de mettre les machines aux places qu'elles doivent logiquement occuper, sous peine de faire des déménagements continuels.



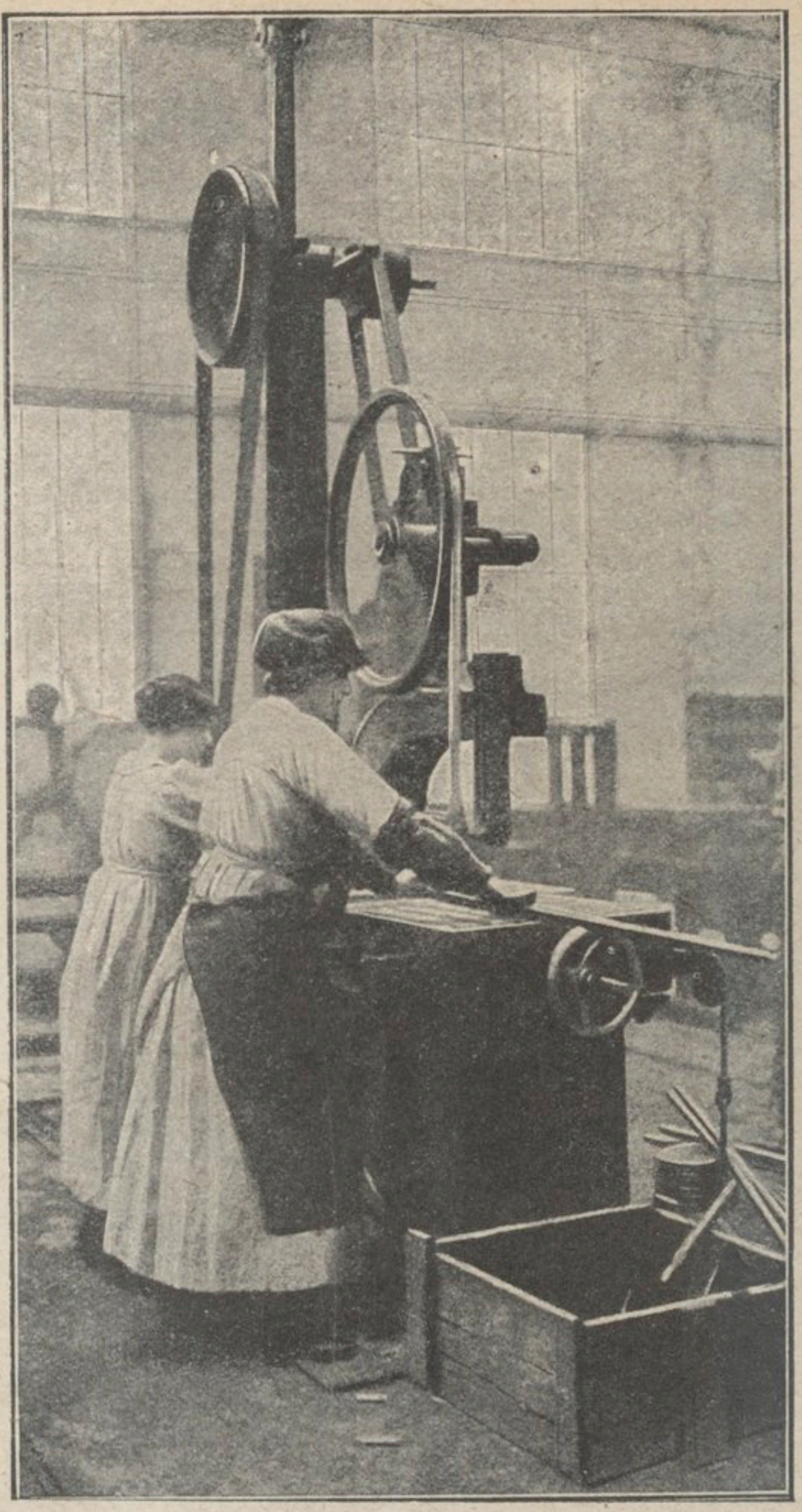
VUE LATÉRALE D'UN TRANSPORTEUR ÉLECTRIQUE

L'arrière du chariot est glissé sous le chevalet dont les alvéoles sont garnies d'obus ; un mécanisme spécial, actionné par la conductrice, élève la plate-forme, laquelle, dans son mouvement ascensionnel, soulève le chevalet. Celui-ci se trouve chargé sur le petit véhicule, qui démarre alors au moyen d'une pédale.

Les usines américaines, au contraire, en changeant rarement de type, et en travaillant d'une manière continue, sont arrivées à des productions formidables. Tout le monde connaît maintenant les rendements

de l'usine Ford, dus au fait principal que cette usine travaille depuis quelques années, sans interruption aucune, sur les mêmes modèles de voitures automobiles.

Ces principes pouvaient trouver leur application aux productions intensives nécessitées par les besoins de la défense nationale. Si toutes les usines de guerre s'étaient spécialisées uniquement dans la fabrication d'un seul article, la répartition des besoins étant faite aux usines selon leur importance, d'après le matériel dont elles disposaient et les aptitudes du personnel, elles seraient arrivées certainement à des rendements sinon décuples, au moins doubles et triples. Combien de temps perdu dans toutes les usines par suite des modifications, des transformations successives! Combien de fois les machines sont-elles arrêtées et les ouvriers restent-ils sans travail!



OUVRIÈRES SCIANT DE PETITS TUBES D'ACIER

Toutes les femmes qui travaillent dans l'usine sont revêtues de blouses blanches et coiffées de coquets bonnets qui protègent leurs chevelures contre les poussières.

Ce premier principe étant admis, nous supposerons que l'usine à grand rendement fabrique un nombre très restreint d'objets. Le cas de l'obus de 75 est tout à fait typique, et l'un des plus simples, pour obtenir une production considérable.

Pour chaque objet, il faut déterminer la liste des opérations à faire : forgeage, dégrossissage, trempe, usinage, montage, etc... Lorsque ces opérations sont bien arrêtées, il est de toute nécessité de placer les machines les unes à la suite des autres, dans l'ordre naturel des travaux à effectuer et de déterminer le nombre de machines indispensables à chaque opération, de telle façon que la quantité de pièces à l'heure faites dans chaque « passe » soit la même; si l'on s'est fixé à l'avance le nombre de pièces à fabriquer dans les soixante minutes, on arrive facilement à ce résultat.

Il faut ensuite disposer ces machines les unes par rapport aux autres de façon à réduire les manutentions au minimum, tout en laissant à l'ouvrier la place nécessaire pour pouvoir faire les gestes indispensables. L'ensemble des machines placées les unes derrière les autres constituera une chaîne analogue à la chaîne des seaux établie pour combattre un incendie, et le personnel occupé dans cette chaîne (ou « tranche », pour employer l'ex-

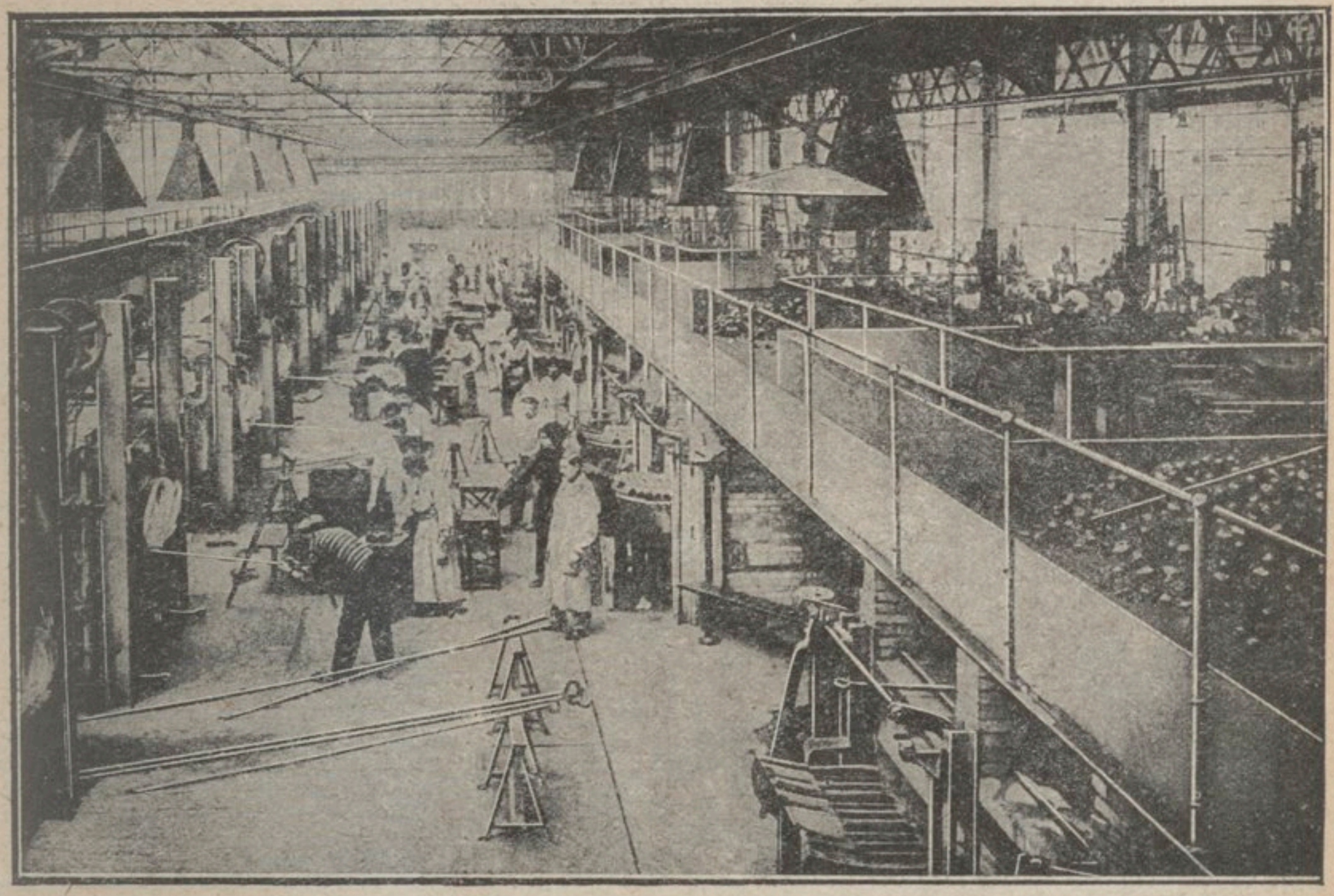
pression dont on se sert dans mes ateliers), sera mécaniquement entraîné à exécuter toutes les opérations à des vitesses synchrones. Il arrivera même assez souvent ce phénomène que si, sur l'une des opérations, la vitesse augmente, elle s'accélérera sur toutes les autres par la force des choses.

Il y a toujours un avantage considérable à déplacer une machine si elle est employée pour une opération dont la place change. Le déplacement de la machine, en effet, n'entraînera que quelques jours de travail et qu'un transport de quelques tonnes ; si, au contraire, cette machine doit faire un million d'objets qui pèsent quelques kilos chacun, cela évitera de manutentionner des milliers de tonnes et d'encombrer inutilement les dégagements de service d'un atelier.

Il peut y avoir des pièces « loupées », c'est-à-dire ne correspondant pas aux cotes des diverses opérations. Dans ce cas, un contrôleur volant doit signaler le défaut, et l'industriel ne doit pas hésiter à intercaler, dans les différentes phases de la fabrication, des machines de retouches pour réparer de suite la pièce et ne pas la faire revenir en arrière.

Si, à un moment donné, une pièce est très malade et ne peut être réparée sur place, il convient d'organiser dans un coin de l'atelier un *hôpital pour pièces* où seront expédiées toutes les pièces malades, ce qui évitera de les faire revenir inutilement sur leurs pas dans la fabrication normale.

D'ailleurs, un laboratoire des plus perfectionnés permet d'éviter les à-coups de la fabrication en ne lançant dans les ateliers que des métaux dont on est sûr, tant au



VUE GÉNÉRALE DU HALL DES FOURS SERVANT AUX TRAITEMENTS THERMIQUES

Les pièces à tremper ou à recuire sont introduites dans des fours spéciaux où elles ne doivent séjourner que pendant un laps de temps déterminé. Des lampes électriques placées près des portes s'allument automatiquement pour annoncer la fin de l'opération.

point de vue de leurs qualités physiques et chimiques qu'au point de vue du traitement thermique à leur faire subir.

Les manutentions intérieures.

Les machines étant ainsi placées les unes à la suite des autres, suivant le *processus* des opérations, il faudra éviter, chaque fois qu'on le pourra, les manœuvres à bras, et remplacer le plus possible la main-d'œuvre humaine par la main-d'œuvre mécanique.

Les chaînes sans fin pourront être employées, ainsi que les petits transporteurs électriques avec plate-forme élévatrice, supportant des caisses de 200 obus, des caisses

de charbon, de copeaux, etc... Une femme conduisant l'un de ces chariots, d'un maniement très facile, déplace deux tonnes à chaque opération ; elle peut faire dans sa journée de dix heures plus de 200 manœuvres successives, ce qui représente un déplacement de 400 tonnes de marchandises.

La discipline dans les ateliers.

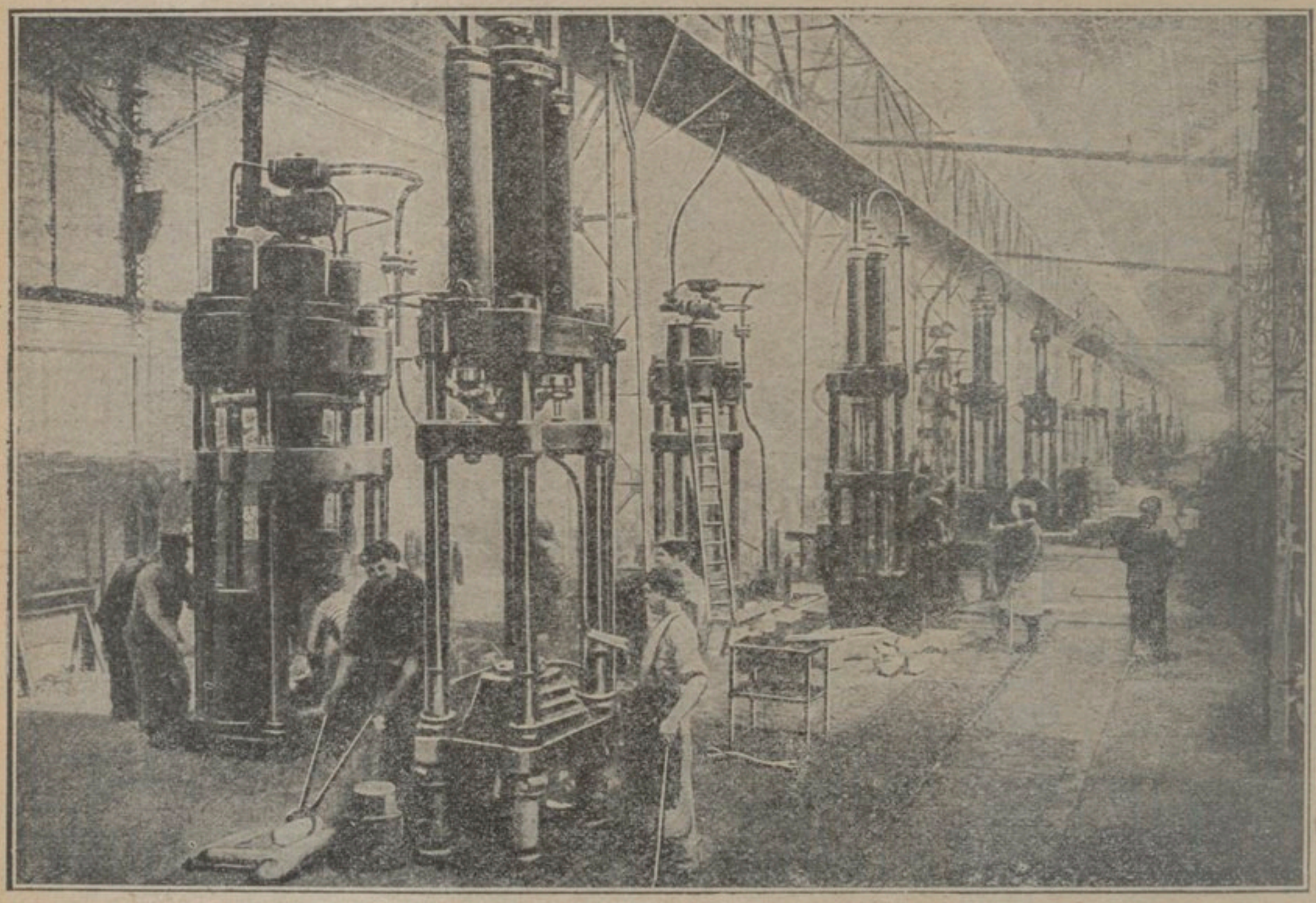
Pour augmenter le rendement, il est de toute nécessité que l'ouvrier perde le moins de temps possible et surtout qu'il ne soit pas obligé de se livrer dans l'usine à des allées et venues inutiles, résultant souvent d'une mauvaise organisation. Il faut donc s'arranger pour que l'ouvrier ne soit pas astreint à circuler trop fréquemment dans les ateliers, à perdre du temps à son arrivée comme à son départ, et que, s'il a des déplacements à faire dans la journée pour des raisons de service quelconques, ces déplacements soient réduits à la durée exacte qu'ils comportent.

Je vais examiner maintenant les différents cas qui peuvent se présenter, et indiquer pour chacun d'eux les mesures qui conviennent le mieux à la bonne marche des ateliers. Les conditions dans lesquelles s'effectue le travail ont également une importance considérable pour sa parfaite exécution.

L'embauche des ouvriers.

Il faut que le nouvel ouvrier, en arrivant à l'usine, soit de suite interrogé par un employé très expérimenté et qui, à la suite d'une conversation rapide, sache exactement quels sont les ateliers où cet ouvrier pourra travailler le plus utilement, selon son intelligence et ses capacités. Il faut ensuite lui remettre instantanément sa feuille d'embauche, feuille imprimée qui lui indique exactement l'atelier où il doit travailler, le chemin à suivre pour s'y rendre, le nom de son contremaître, sa feuille de pointage, son numéro de lavabo, son numéro de vestiaire, le numéro de la pendule de contrôle à laquelle il doit se pointer, etc... De cette façon, cinq minutes après son embauche, l'ouvrier sera à pied-d'œuvre et aura fait connaissance avec son contremaître.

Il faut que les W.-C. soient très rapprochés de l'atelier où l'ouvrier travaille, afin qu'il ne soit pas obligé de s'absenter trop longuement, de circuler dans les cours pour s'y rendre et de perdre ainsi du temps.



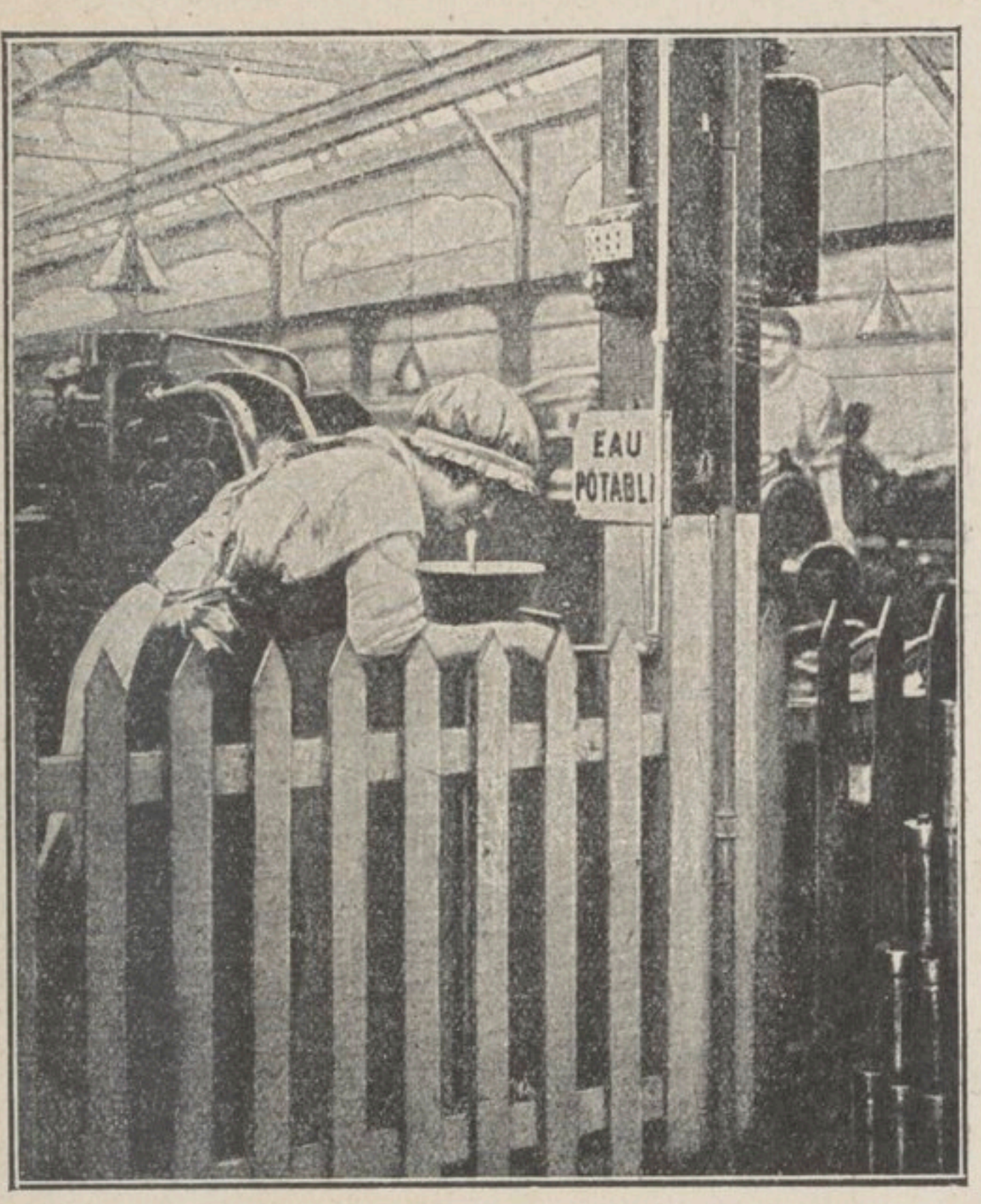
ATELIER D'EMBOUTISSAGE DES CORPS D'OBUS A LA PRESSE HYDRAULIQUE

On remarquera l'heureuse disposition des appareils de fabrication qui ont été montés en ligne dans un hall beaucoup plus long que large et desservi dans toute son étendue par une allée spacieuse.

Il importe aussi que l'ouvrier puisse aisément se rafraîchir pendant l'été ; par conséquent, il est indispensable de multiplier dans les ateliers des petites fontaines rafraîchissantes à jet ascendant semblables à celle que représente la photographie ci-dessous.

Il est également nécessaire qu'il y ait dans l'usine des bureaux de réclamations nombreux où l'ouvrier puisse se rendre s'il croit avoir à se plaindre de quelque chose ; enfin, il faut qu'il puisse facilement vérifier sa paye et ne pas perdre de temps pour être payé. A cet effet, j'ai employé un nouveau système, qui se répand de plus en plus dans la plupart des usines, et qui consiste à ne payer, à la fin de chaque quinzaine, que des sommes rondes : 70, 80, 90 francs, en reportant le complément en francs et en centimes à la quinzaine suivante. L'ouvrier qui, par exemple, doit toucher 96 f. 55, ne touchera que 90 francs, les 6 fr. 55 étant reportés. Le jour de la paye, tous les ouvriers devant toucher 90 francs se rendent au guichet des 90 francs, qui leur est indiqué par une couleur déterminée, et le payeur de ce guichet verse toujours la même somme de 90 francs à tous ceux qui s'y présentent. De cette façon, on arrive à payer plusieurs milliers d'ouvriers en cinq ou six minutes.

Dans une usine qui occupe un très nombreux personnel, tout doit concourir à l'économie du temps. Cinq minutes perdues par-ci, trois minutes par-là, c'est la production diminuée au préjudice des uns et des autres.



OUVRIÈRE SE DÉSALTÉRANT PENDANT LE TRAVAIL A UNE FONTAINE A JET ASCENDANT

Point n'est besoin de verre ni d'un récipient quelconque pour boire à cette fontaine, qui évite également l'emploi, aussi commun que malpropre, du creux de la main pour retenir le liquide. Il n'y a qu'à se pencher au-dessus du jet pour absorber directement une eau toujours fraîche et pure.

Communications au personnel.

Un point très important est de pouvoir faire connaître facilement au personnel toutes les questions susceptibles de l'intéresser, notamment celles ayant trait à la discipline intérieure. A cet effet, les méthodes employées sont les suivantes :

Ou bien distribuer des imprimés à la sortie de l'atelier, ou bien faire savoir aux ouvriers, par l'intermédiaire de leurs contremaîtres, les nouvelles décisions prises, ou bien encore — c'est la méthode la plus frappante et la plus rapide — faire des projections lumineuses sur les portes de sortie, et promener de grandes affiches dans les ateliers pour annoncer les modifications aux règlements du travail ou les mesures que doit connaître le personnel.

Il importe de régler de la façon la plus précise les changements d'équipe, lorsqu'on emploie le système des trois équipes de huit heures. Si chaque ouvrier a bien sa place dans l'équipe et si chacun sait exactement qui il doit remplacer, on arrive à faire des changements d'équipe, même quand il y a des mouvements combinés, sans perdre une seule seconde. C'est le résultat obtenu dans les ateliers de trempe, où l'obus est sorti du four par un homme d'une équipe et repris à sa sortie par un homme de l'équipe sui-

vante. Dans ces ateliers, pour éviter à l'ouvrier de calculer à quel moment il doit sortir l'obus du four, des lampes électriques s'allumant toutes les trente secondes lui donnent le signal de la sortie. (Photo à la page 63.)

Le bien-être matériel et moral de l'ouvrier contribue également au grand rendement ; il assure la production d'une façon constante. Dans l'ordre matériel, j'ai pris les dispositions suivantes, que je ne saurais trop recommander aux directeurs d'établissements métallurgiques et autres, ayant réellement souci de la bonne tenue et de la santé de leur personnel ouvrier des deux sexes :

Habillement, hygiène et soins.

Costumes. — Pour les costumes, j'ai adopté les cottes bleues des mécaniciens pour les hommes, les blouses blanches pour les femmes — qui sont coiffées de bonnets gracieux faits par une grande modiste de Paris — et les blouses kaki pour les contremaîtres, ces vêtements étant lavés toutes les semaines.

Chaque ouvrier possède son armoire, et des lavabos sont en nombre suffisant pour tout le personnel. Des douches sont installées pour tous les ateliers où l'on travaille à chaud et où l'on manipule le plomb.

Tous les ateliers doivent être très aérés, et avoir de grandes allées de circulation. Ils sont suffisamment chauffés pendant l'hiver.

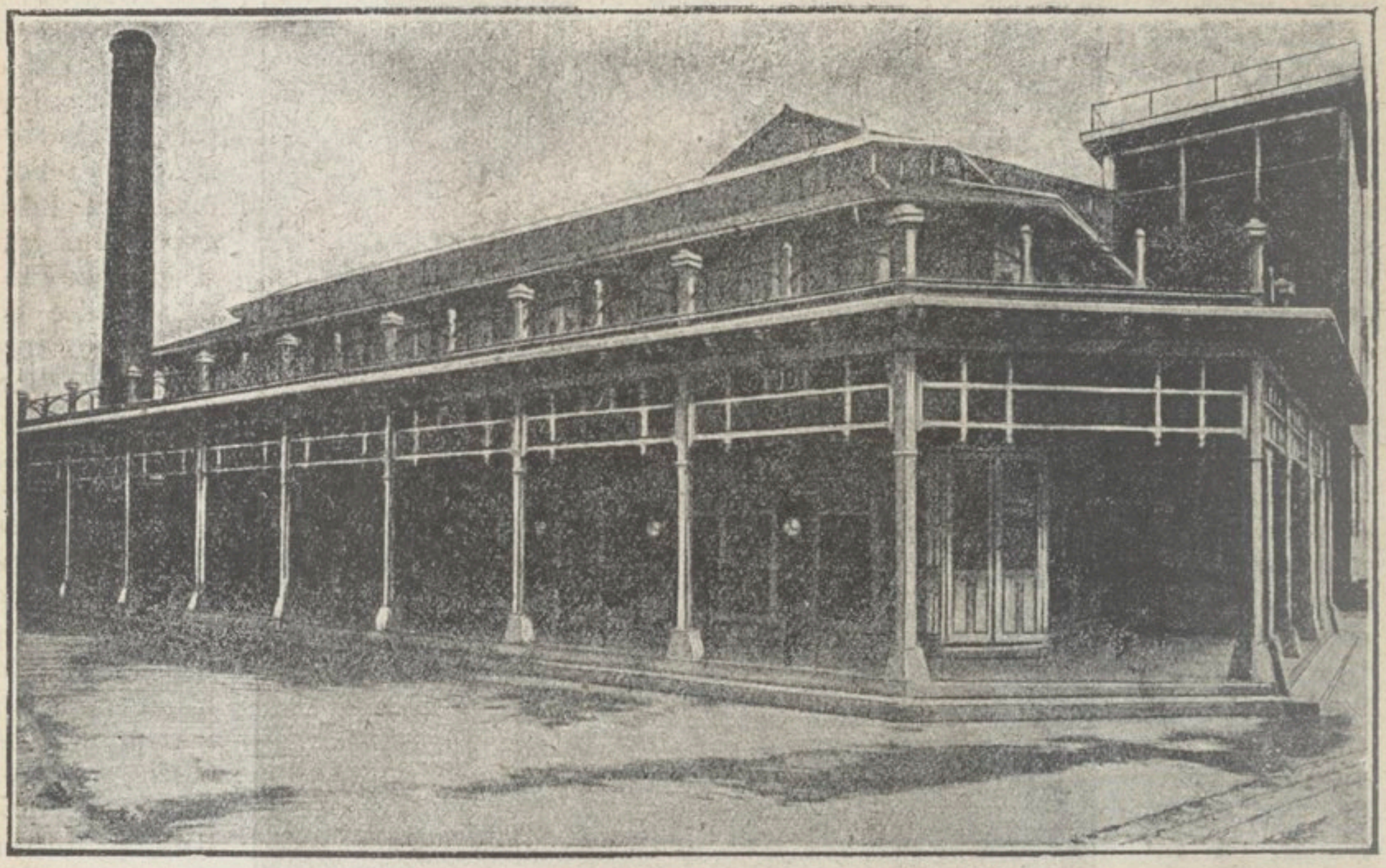
W.-C. — Il est nécessaire, comme il a été dit plus haut, d'avoir des W.-C. auxquels on puisse avoir accès sans sortir de l'atelier.

Buanderie. — Il y a dans l'usine une buanderie très vaste qui permet de laver 1.000 kilos de linge par jour, c'est-à-dire toutes les blouses de travail et le linge de la cantine.

Soins médicaux. — L'infirmerie doit être complètement antiseptique. En soignant de suite une blessure, on évite qu'elle s'envenime et l'on diminue dans une proportion considérable les causes d'arrêt du travail.

Dans l'infirmerie se trouve une salle de consultations médicales, où un docteur donne constamment des soins et délivre des ordonnances aux ouvriers malades.

Cabinet dentaire. — Enfin, j'ai installé un cabinet dentaire, qui soigne cent ouvriers par jour, et dont le rendement sera bientôt porté à trois cents. Les ouvriers y sont reçus sur rendez-vous lorsqu'il s'agit de donner des soins répétés. Les ouvriers qui sont pris subitement du mal de dents sont admis de suite et sont soignés au même titre que les blessés à l'infirmerie. J'estime, en effet, que



PAVILLON DES PENDULES DE POINTAGE ET DU CONTROLE DE LA MAIN-D'ŒUVRE

En arrivant à son travail, l'ouvrier se pointe lui-même à l'un des appareils horaires installés sous le péristyle de ce pavillon. Un dispositif spécial, en communication directe avec la pendule, inscrit sur un ticket introduit dans une fente l'heure de son arrivée.

le mal de dents est un de ceux qui entraînent une diminution de rendement, surtout lorsqu'il atteint un chef d'équipe ou un contremaître, dont la mauvaise humeur ou le malaise peut compromettre la bonne marche et la production de tout un atelier.

Manucures. — Il importe, pour toutes ces installations hygiéniques, que les personnes employées donnent aux ouvriers l'exemple constant de la propreté la plus minutieuse.

Une manucure est attachée à l'infirmerie, au cabinet dentaire et à la pouponnière, pour soigner les mains de toutes les personnes appelées à donner des soins aux autres.

Cette même manucure soigne également les mains des employées de la cantine, qui sont appelées, soit à toucher les aliments, soit à les présenter aux consommateurs.

Alimentation.

Cantine. — L'ouvrier doit se nourrir le mieux possible pour pouvoir assurer dix heures par jour de travail continu.

La nuit, une soupe chaude et un café chaud sont distribués de minuit à minuit et demi, aux prix de 0 fr. 25 et 0 fr. 10.

Pour le déjeuner de midi, une grande cantine, très aérée, de 2.700 places, permet à tous les ouvriers qui le désirent d'y prendre leur repas, pour 1 f. 50, le café et le vin étant comptés en supplément. Le repas complet revient à environ 2 francs, ce qui est un prix raisonnable.

UNE SERVEUSE DE LA CANTINE DE L'USINE DU QUAI DE JAVEL

Le service de la cantine est assuré par la même méthode que celle des ateliers. Des lampes électriques indiquent les changements de plats afin de hâter les retardataires.

Des serveuses, proprement habillées et parfaitement tenues, distribuent les mets Des chariots électriques amènent les plats de la cuisine et les transportent aux tables chaudes. Le repas dure quarante-cinq minutes, durée très normale d'ailleurs.

Coopérative. — Pour les ouvriers qui ne prennent pas leur repas à la cantine, mais mangent chez eux, une grande coopérative, pour la vente d'aliments et même d'effets d'habillement, est organisée rue de la Convention. Les ouvriers peuvent y trouver, avantageusement, aux prix de gros, tout ce qui leur est nécessaire.

Puériculture.

Les femmes sur le point d'être mères reçoivent une allocation mensuelle de 30 francs. Elles sont astreintes à passer deux fois par mois la visite de la doctoresse. Dès que leur état physique ne leur permet plus de continuer leur travail, elles sont envoyées dans un refuge où elles sont défrayées de tous frais. Au moment de la délivrance, elles sont admises à l'hôpital Baudelocque, puis envoyées dans un autre refuge, où elles restent six semaines. Complètement rétablies, elles peuvent venir reprendre leur travail à l'usine. A cet effet, une pouponnière de quatre-vingt-dix berceaux reçoit les nouveau-nés, à condition qu'ils soient nourris par leur mère. Les mères y viennent allaiter leurs enfants cinq fois par jour, en ne quittant que deux fois leur travail, et reçoivent une prime d'allaitement qui varie de 20 à 50 francs par mois.

Règlement de la pouponnière. — Les enfants y sont apportés par les mères et y restent en permanence jour et nuit. Il y a, la nuit, deux berceuses-veilleuses par dortoir de trente enfants. Les enfants sont rendus

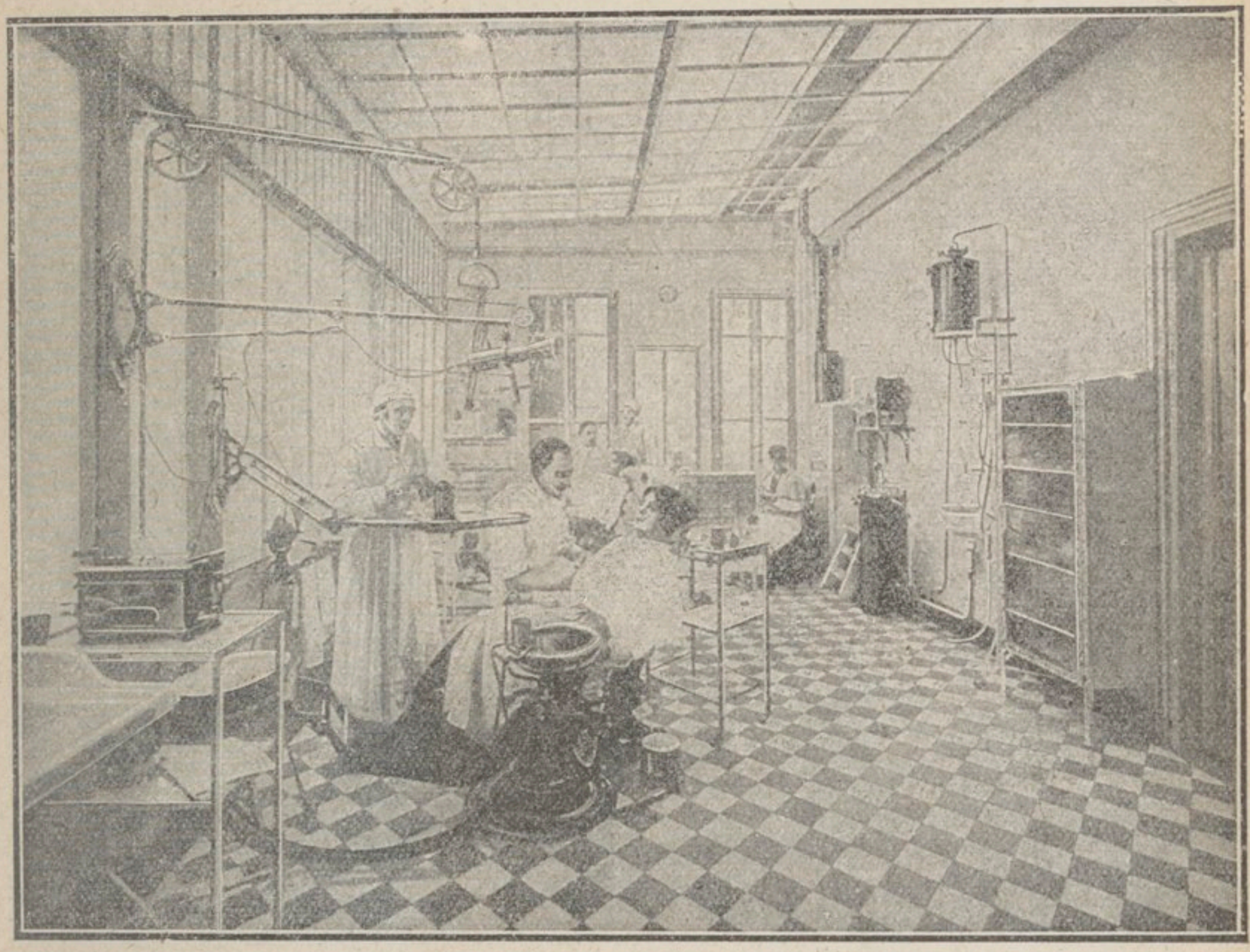
DANS CETTE IMMENSE CANTINE, ON PEUT SERVIR SIMULTANÉMENT 2.700 REPAS

LE LABORATOIRE D'ESSAIS PHYSIQUES EST POURVU DES APPAREILS LES PLUS MODERNES

aux mères le samedi soir. Elles les rapportent le lundi matin à la pouponnière.

Primes de secours.

Il faut éviter les soucis à l'ouvrier qui, pour des raisons quelconques, peut être momentanément dans le besoin, sous peine de le voir dans un état moral peu en rapport avec celui de l'ouvrier à grand rendement.



LE CABINET DENTAIRE POSSÈDE DES INSTALLATIONS TRÈS PERFECTIONNÉES

Actuellement, on soigne dans ce cabinet une moyenne de cent ouvriers par jour ; des installations nouvelles permettront bientôt de porter à trois cents le chiffre des personnes que les praticiens pourront soulager quotidiennement, sans attendre que l'aggravation du mal les force à s'arrêter.

D'où la nécessité d'une organisation de primes de secours, données soit aux femmes grosses, soit aux familles nombreuses, soit pour les prisonniers, soit aux femmes nourrices, ou bien encore à l'occasion de mariages, de naissances ou de décès.

Education morale et distractions.

Des conférences sont faites régulièrement à des groupes de deux cents ouvriers, sur des sujets déterminés. Ces conférences sont accompagnées de projections cinématographiques. Une bibliothèque très bien garnie est à la disposition du personnel.

Des cours du soir sur l'algèbre, la géométrie, la physique, la métallurgie, etc..., réunissent de nombreux auditeurs. Les cours d'anglais — deux fois par semaine — sont suivis par plus de cent élèves. Des livres très pratiques, de conseils moraux et professionnels, sont distribués aux contremaîtres.

En intéressant de cette façon tout le personnel à des questions d'ordre plus élevé que celui du travail matériel, on arrive à relever son état moral, et l'on donne à tous ceux qui en ont les moyens la possibilité de se distinguer, de parvenir à des emplois plus rémunérateurs et correspondant véritablement à leurs aptitudes et à leurs facultés.

Distractions. — Le repos hebdomadaire est indispensable. Il faut qu'après une semaine de travail il y ait un peu de changement dans les idées. En outre, il ne suffit pas de s'arrêter de travailler, il faut également avoir de véritables distractions.

La cantine est transformée en salle de cinéma tous les samedis soir pour de

grandes représentations auxquelles assistent 3.500 spectateurs. Des films moraux (lutte contre l'alcoolisme), voyages aux Etats-Unis, vues de guerre, films sur la fabrication, intéressent au plus haut point le personnel.

Une fanfare répète journellement et prête son concours à ces représentations cinématographiques, qui ont grand succès.

Une Amicale des Employés donne, une fois par mois, des réunions artistiques très suivies, avec chants, musique et comédie.

LA POUPONNIÈRE, SPACIEUSE ET BIEN AÉRÉE, RENFERME QUATRE-VINGT-DIX BERCEAUX

Cinq fois par jour, les mères travaillant à l'usine y viennent allaiter leurs bébés.

Enfin, un journal, spécialement consacré aux événements de l'usine et à ses collaborateurs, permettra bientôt à tous de se tenir au courant de tout ce qui se passe dans l'immense ruche ouvrière du quai de Javel.

La cantine a été utilisée, à la fin de l'année dernière, pour une magnifique fête de Noël comportant l'arbre traditionnel étincelant de lumières et chargé de cadeaux, fête donnée à l'intention des enfants des ouvriers âgés de moins de dix ans, avec goûter, musique, cinéma et distribution de jouets.

La pouponnière a été heureusement complétée par une garderie destinée à recevoir cent cinquante enfants de un à cinq ans et qui a été inaugurée vers la fin de 1917.

Cette organisation rend de grands services aux mères qui, pendant la période d'allaitement de leurs nouveau-nés, sont autorisées à quitter le travail deux fois par jour.

Telles sont, rapidement esquissées, mais substantiellement exposées, les grandes lignes de ma conception de l'usine moderne.

De l'ordre matériel dans les choses et une méthode rationnelle et judicieuse dans le travail, surtout, des soins incessants pour les travailleurs, à qui on doit s'efforcer de donner le confort physique et de procurer en même temps la satisfaction de l'esprit.

Si, pour reprendre une définition célèbre, l'homme est une intelligence servie par des organes, il ne faut pas, dans l'industrie, ne se préoccuper que de l'utilisation des organes ; il faut aussi que le moral soit soigné absolument au même titre que le corps.

Personnellement, je m'efforce de poursuivre ce double but et de réaliser ainsi le bon programme social, consistant à faire au travailleur une vie plus douce, à lui rendre son labeur moins pénible et plus facile, ce qui contribue, en outre, à atteindre le meilleur rendement de la production industrielle.

ANDRÉ CITROËN.

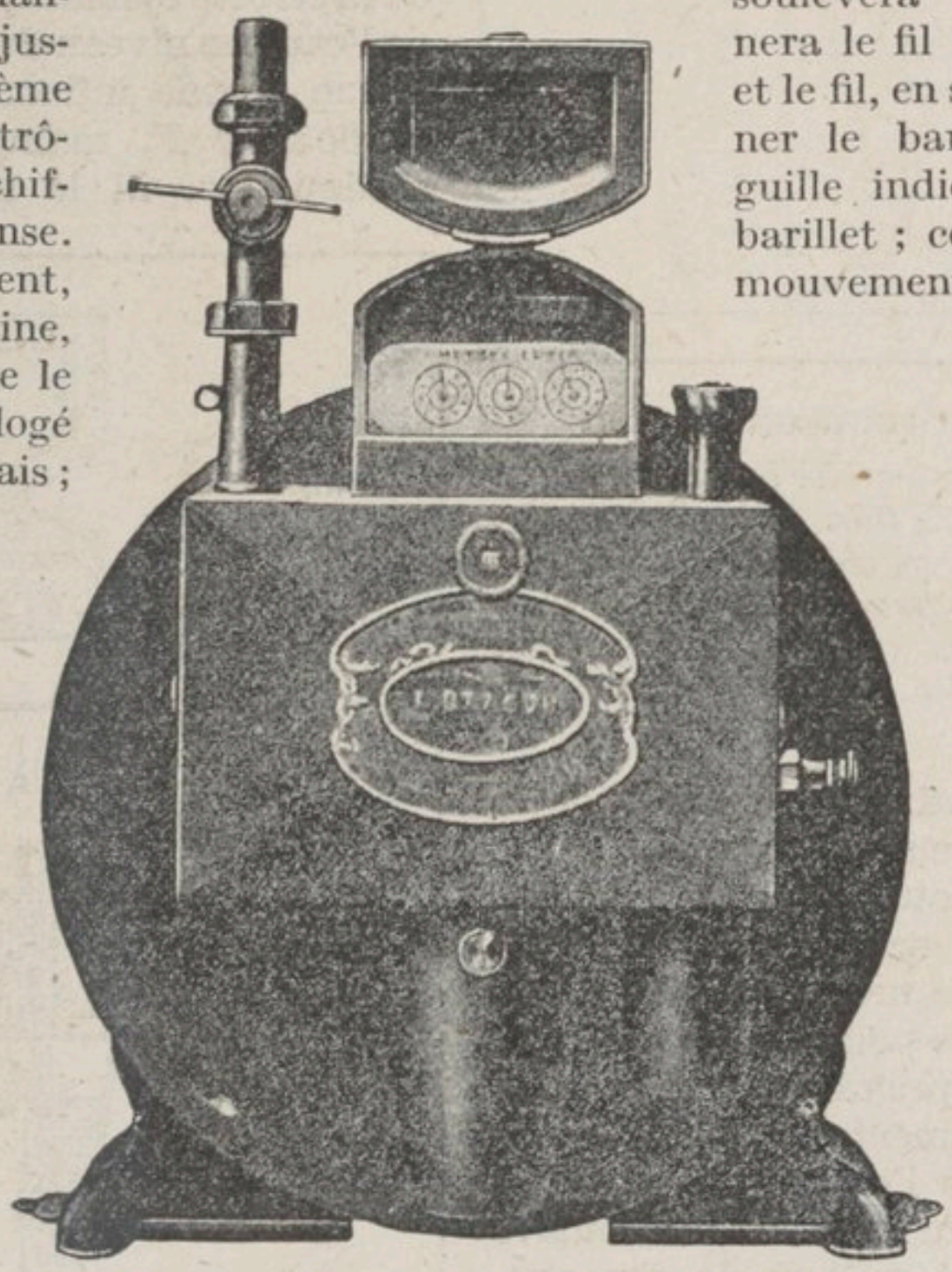
LES PRINCIPAUX TYPES DE COMPTEURS A GAZ DOMESTIQUES

Par Jules CRÉBILLOT

INGÉNIEUR DES ARTS ET MANUFACTURES

Le gaz subit la loi commune, et, comme tous articles de consommation, il nous est mesuré. Un certain nombre de litres est alloué à chaque ménage pour son éclairage et son chauffage et, à n'importe quel prix, on ne saurait en avoir un centimètre cube de plus. Il faut donc surveiller avec soin et fréquemment le compteur, lire sur les petits cadrans, qui indiquent les unités, dizaines et centaines de mètres cubes consommés, la quantité dont on dispose jusqu'au jour, le quarantième en général, où le contrôleur vient relever le chiffre et arrêter la dépense.

C'est, le plus souvent, à l'office ou à la cuisine, dans une armoire, que le compteur à gaz est logé et l'on n'y regarde jamais ; aussi, jusqu'au moment où nous avons été rationnés, nous ne pensions pas à nous demander comment est construit et comment fonctionne cet appareil qui fait, en quelque sorte, partie de l'immeuble ou de l'appartement, appareil indispensable aux compagnies pour mesurer chez le particulier le chiffre de sa consommation et pour fixer le montant de la dépense des abonnés. Il aura fallu la guerre et ses conséquences pour faire naître en nous le désir de connaître ce qu'il y a dans cette boîte en tôle d'une forme si caractéristique et de savoir comment s'y comporte le mécanisme caché qui fait marcher les aiguilles.



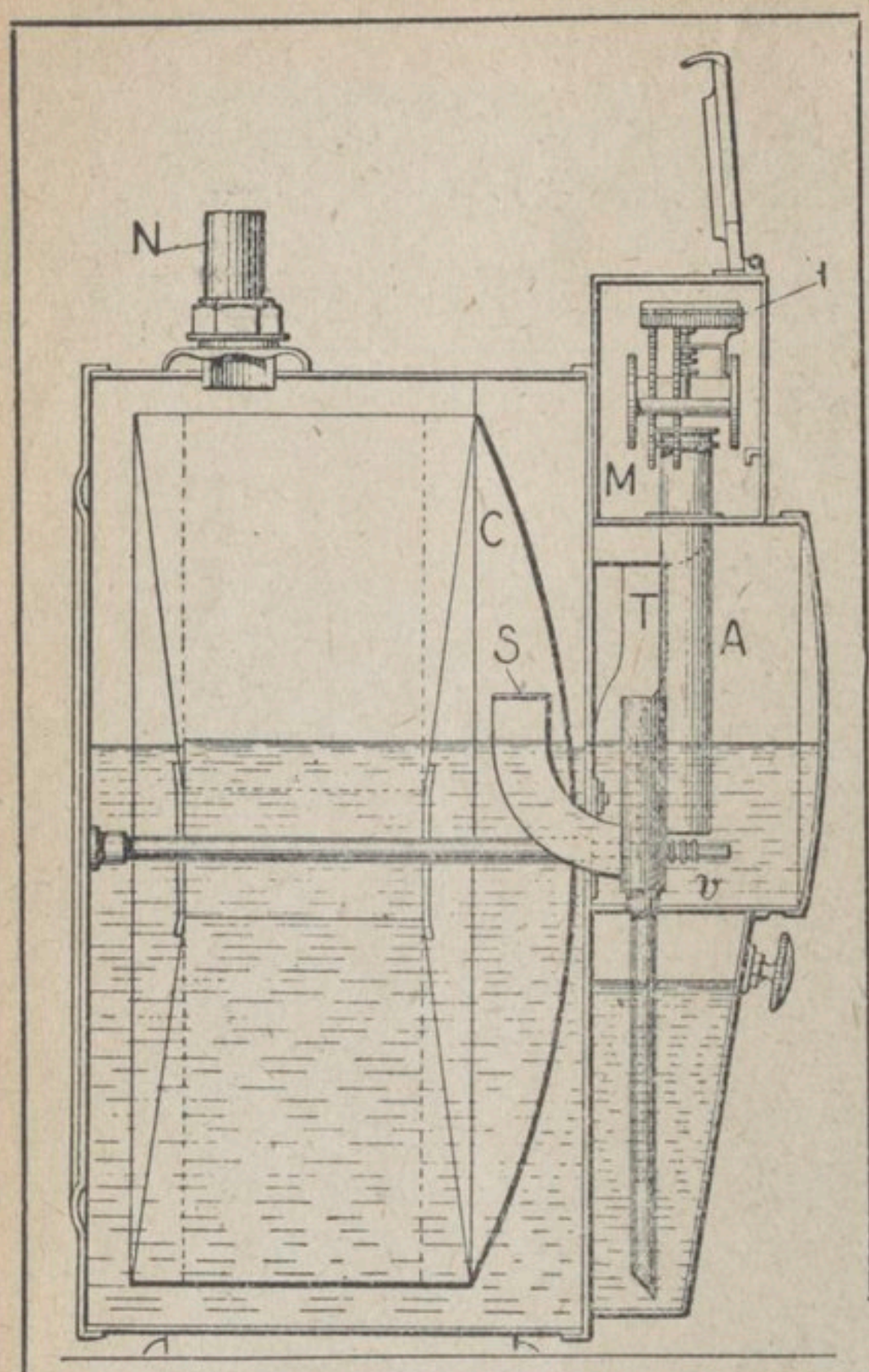
ASPECT EXTÉRIEUR D'UN COMPTEUR HYDRAULIQUE A GAZ ORDINAIRE

Le travail du compteur à gaz consiste à faire traduire par une minuterie spéciale et des aiguilles se déplaçant devant des cadrans gradués, le volume de gaz qui traverse ses réservoirs. C'est à l'aide d'un volant disposé de façon particulière que le problème a été ingénieusement résolu.

Supposons un ballonnet maintenu par un fil enroulé sur un barillet, et introduisons du gaz à l'intérieur. La force ascensionnelle soulèvera le ballonnet, entraînera le fil auquel il est attaché, et le fil, en se déroulant, fera tourner le barillet. Fixons une aiguille indicatrice sur l'axe du barillet ; cette aiguille suivra le mouvement de rotation de celui-ci et, se déplaçant devant un cadran gradué, donnera une indication de mesure correspondant au volume de gaz qui a passé dans le ballonnet. C'est sur ce principe que repose le mécanisme entier des compteurs à gaz.

Le compteur hydraulique ordinaire se compose d'un volant mesureur qui se meut dans une caisse cylindrique remplie d'eau jusqu'à un niveau déterminé, d'un régulateur de niveau, d'une soupape et d'un flotteur, d'une transmission de mouvement et d'un petit cliquet.

Le volant est constitué par un cylindre divisé en quatre compartiments, par des cloisons inclinées sur l'axe du cylindre et des vannes placées perpendiculairement à l'axe du volant. Ces vannes, formant les



COUPE D'UN COMPTEUR ORDINAIRE

A, *boîte carrée de devant où arrive le gaz ;* C, *calotte du volant ;* S, *siphon ;* N, *tube de sortie du gaz ;* M, *boîte du mouvement ;* v, *vis sans fin commandant par l'arbre* T *les engrenages du tableau indicateur des mètres cubes contrôlés ;* t, *tambour gradué indiquant les litres consommés.*

extrémités du cylindre, forment quatre compartiments, qui ne sont autre chose que les ballonnets dont nous parlons plus haut. L'eau qui remplit la caisse cylindrique, et dont le niveau s'élève un peu au-dessus de la moitié, va servir de point d'appui au gaz qui pénètre dans le premier compartiment dont la cloison commence à émerger au-dessus de l'eau. Sous l'effet de la pression du gaz, ce compartiment se trouve soulevé et entraîne le volant autour de son axe, amenant ainsi le deuxième compartiment qui, au moment où il émergera, se remplira de gaz à son tour et continuera le mouvement de rotation. Le premier compartiment, ayant alors décrit presque un quart de circonférence, replonge dans l'eau, laissant échapper le gaz qu'il contenait, tandis que le troisième compartiment apparaît de l'autre côté, suivi du quatrième. Le volant aura effectué ainsi un tour complet, auquel correspondra, par le moyen d'une transmission de mouvement et d'un train d'engrenages, un déplacement de l'aiguille indiquant sur le cadran le volume de gaz passé dans les quatre compartiments du volant.

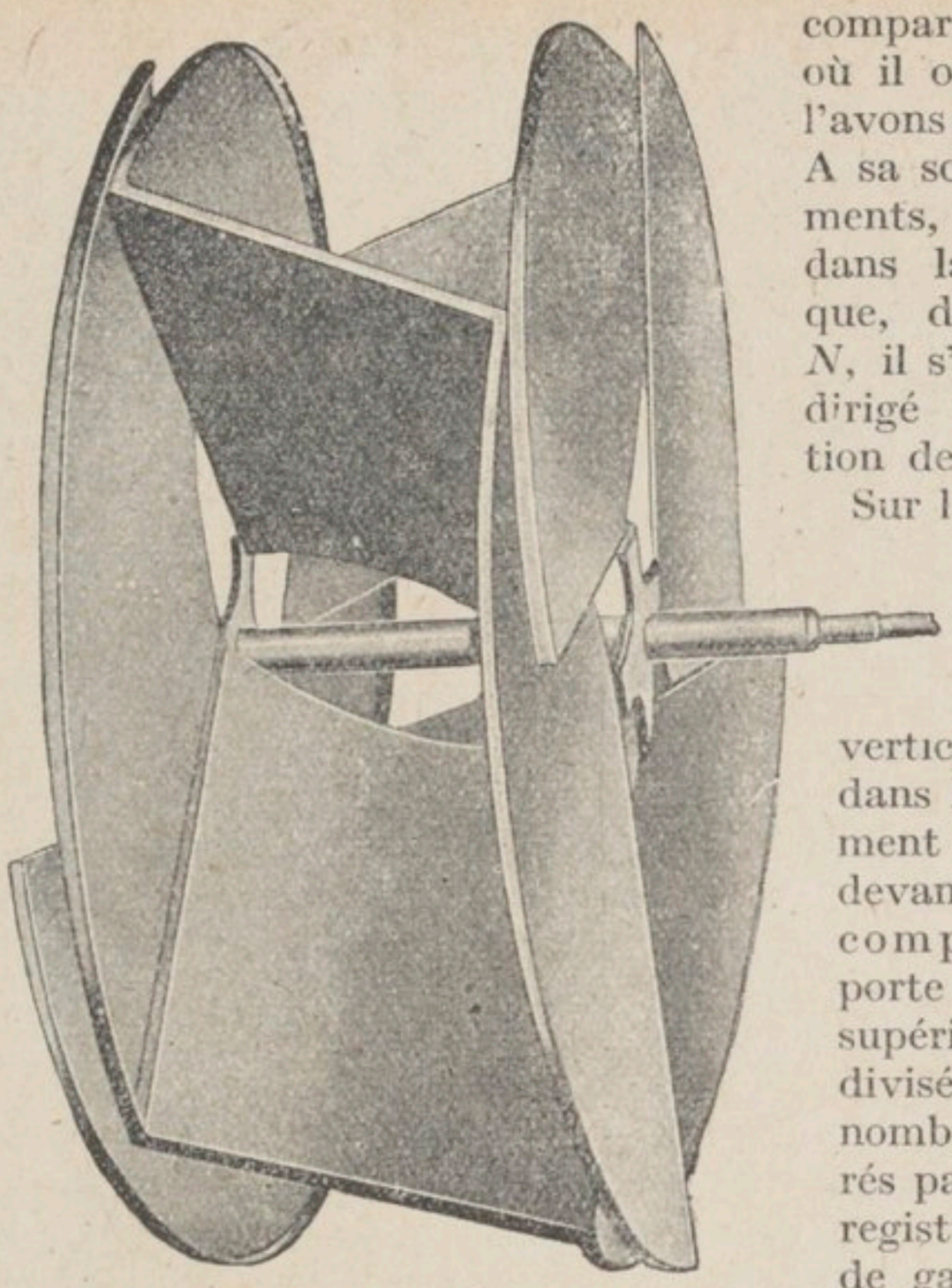
La distribution du gaz dans les quatre compartiments s'opère à l'aide d'une calotte sphérique *C*, qui occupe l'avant du volant et dans laquelle la branche recourbée du siphon *S* pénètre par l'ouverture centrale plongée dans l'eau. Chaque compartiment a deux ouvertures, l'une qui débouche dans la calotte et l'autre sur le fond opposé, dans la caisse. Ces deux ouvertures sont disposées de telle sorte que, pendant tout le temps que l'admission du gaz a lieu, l'ouverture correspondante de sortie est toujours fermée. Le gaz arrivant dans la calotte ne peut, par conséquent, traverser le volant directement sans produire la rotation de celui-ci.

Le volume du compteur est donc le volume de la calotte cylindrique du volant émergeant de l'eau. Le niveau de l'eau dans le compteur a une grande influence ; c'est lui qui, par le flotteur *F*, maintient ouvert le clapet d'admission. Si le niveau s'abaisse d'une

VUE DE FACE D'UN COMPTEUR ORDINAIRE

A, *boîte carrée de devant ;* F, *flotteur ;* S, *siphon ;* G, *admission du gaz ;* H, *entrée de l'eau ;* V, *vis de niveau ;* R, *régulateur.*

façon anormale, le flotteur descend, la soupape ferme l'orifice, et le gaz ne peut plus pénétrer dans le compteur. Si le niveau ne s'abaisse que légèrement, sans fermer la soupape, la capacité de la calotte cylindrique augmente et, avec elle, le volume de gaz débité. Or, quel que soit ce volume, le compteur n'enregistre que le nombre de tours du volant ; et, dans ce cas, le mesurage se fait au détriment de la compagnie. Mais si, au contraire, le niveau s'élève, la capacité de la calotte diminue et, pour un même nombre de tours du volant, l'abonné dispose de moins de gaz. On voit ainsi combien il est indispensable de maintenir le niveau de l'eau aussi constant que possible. On a, à cet effet, imaginé un régulateur *R*, composé de deux tubes concentriques dont le plus grand, fermé par le bas, enveloppe complètement l'autre, de manière à former une garde hydraulique. Le gros tube débouche à l'extérieur par une tubulure que ferme une vis appelée vis de niveau.



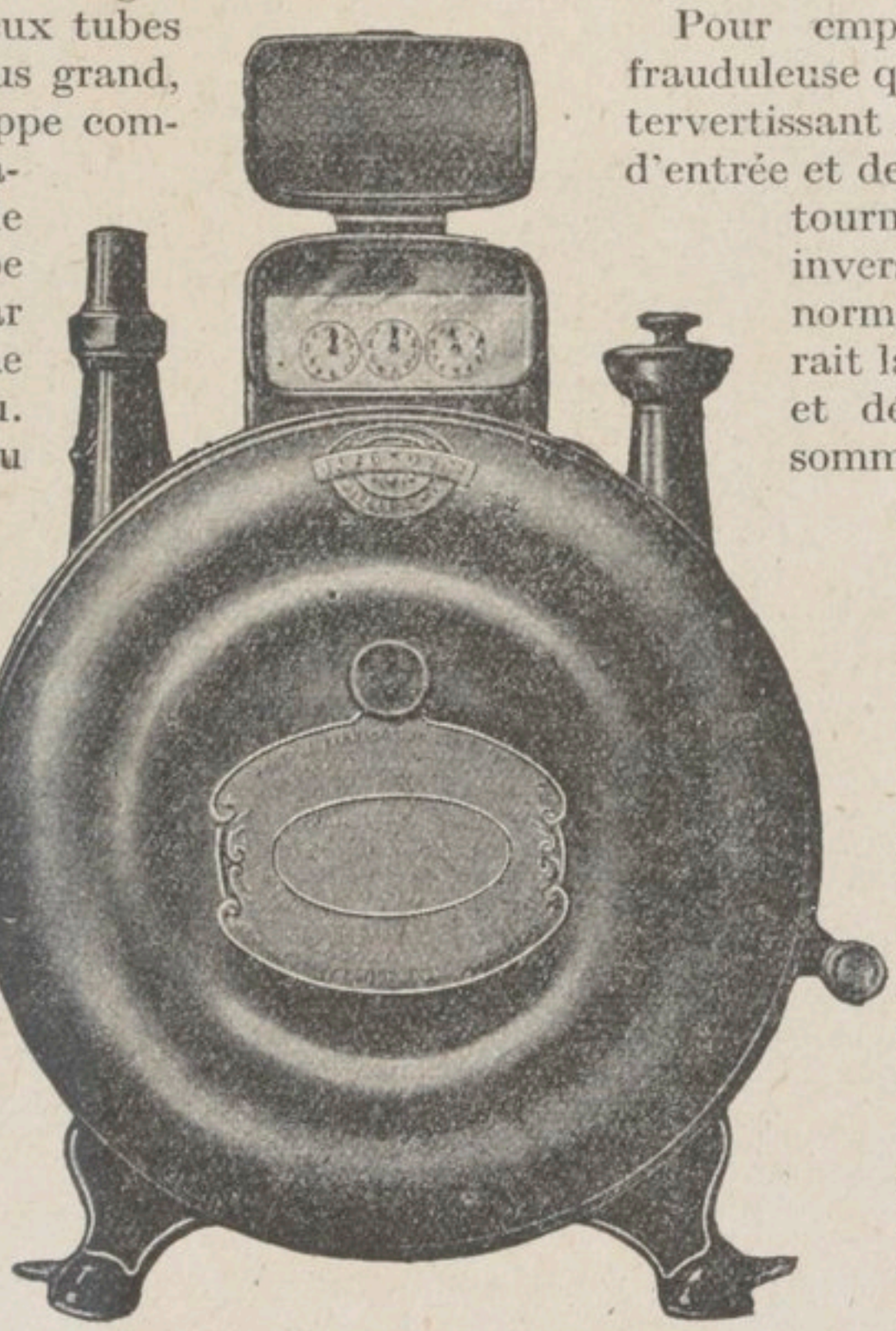
VOLANT MESUREUR D'UN COMPTEUR ORDINAIRE

Le fonctionnement du compteur s'explique ainsi : le gaz pénètre, par le tube d'admission *G*, dans la boîte *I*, où se trouve la soupape que commande le flotteur *F*. Cette soupape étant soulevée, le gaz passe dans la boîte carrée de devant *A*. Sous la pression du gazomètre qui, de l'usine, le chasse dans la canalisation générale, il s'engage dans le siphon recourbé *S* qui le conduit dans la calotte *C* et, de là, dans les compartiments du volant où il opère comme nous l'avons expliqué plus haut. A sa sortie des compartiments, le gaz se répand dans la caisse cylindrique, d'où, par le tube *N*, il s'échappe pour être dirigé dans la canalisation de l'appartement.

Sur l'axe du volant est une vis sans fin *v* qui entraîne une roue horizontale *r* dont l'arbre est vertical et vient aboutir dans la boîte du mouvement *M* placée sur le devant et en haut du compteur. Cet arbre porte à son extrémité supérieure un tambour divisé *t*, qui indique le nombre de litres mesurés par le volant. L'enregistrement du volume de gaz débité se fait à l'aide d'une série de pignons et de roues commandant les aiguilles du cadran.

Pour empêcher la manœuvre frauduleuse qui consisterait, en intervertissant la position des tuyaux d'entrée et de sortie du gaz, à faire tourner le volant en sens inverse de son mouvement normal, ce qui renverserait la marche des aiguilles et démarquerait la consommation acquise, un cliquet d'arrêt est disposé sur l'arbre du volant, dans la boîte de devant du compteur, commandant *r*.

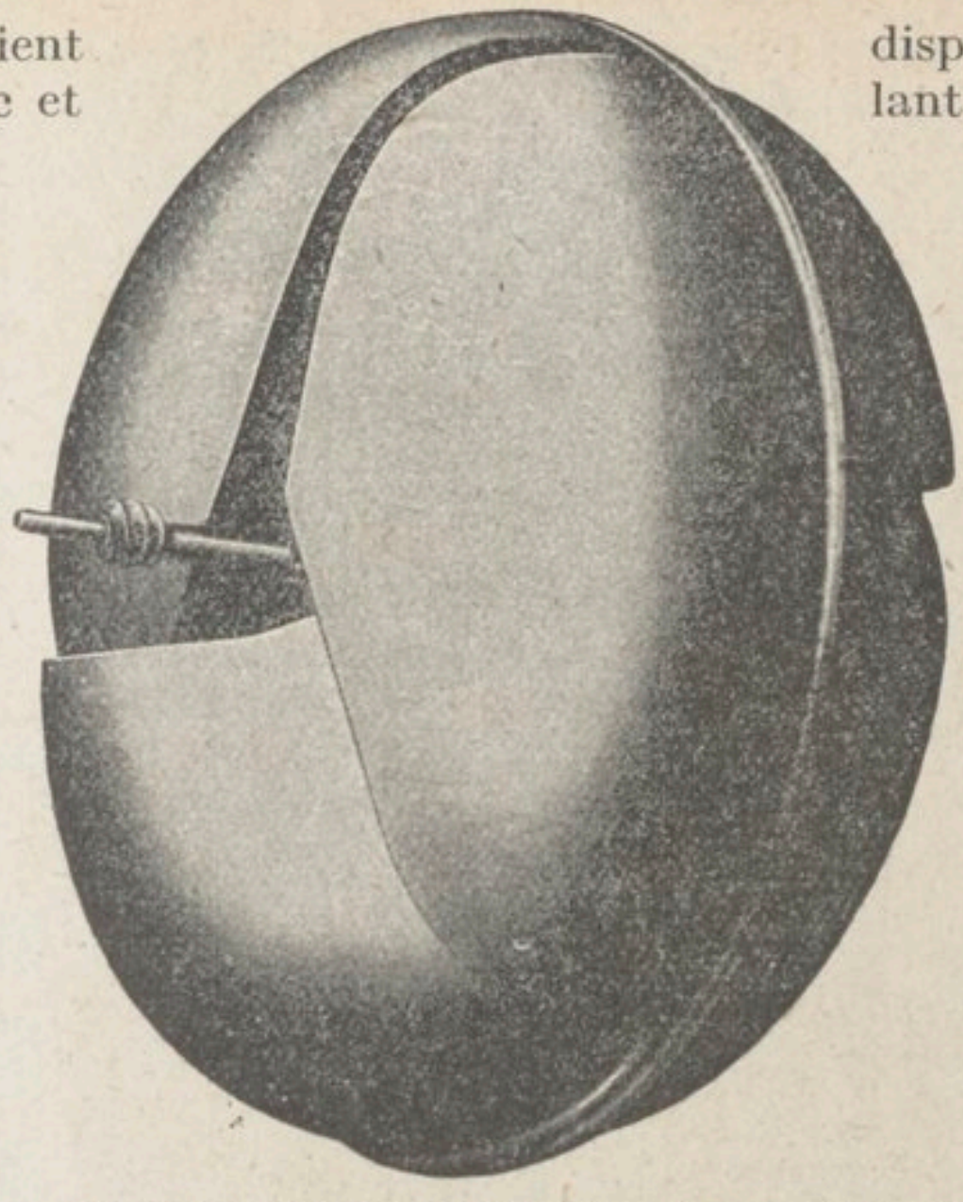
Afin d'obtenir un bon fonctionnement, on recommande de placer le compteur bien horizontalement dans un endroit où la température est normale et non pas, comme on le fait le plus souvent dans les cuisines, sur une étagère près du plafond où la température atteint souvent



LE COMPTEUR « DUPLEX » A CUILLER

30 et 40 degrés ; il convient de choisir un endroit sec et aéré, mais d'éviter cependant les courants d'air qui peuvent favoriser la formation de cristaux de naphtaline.

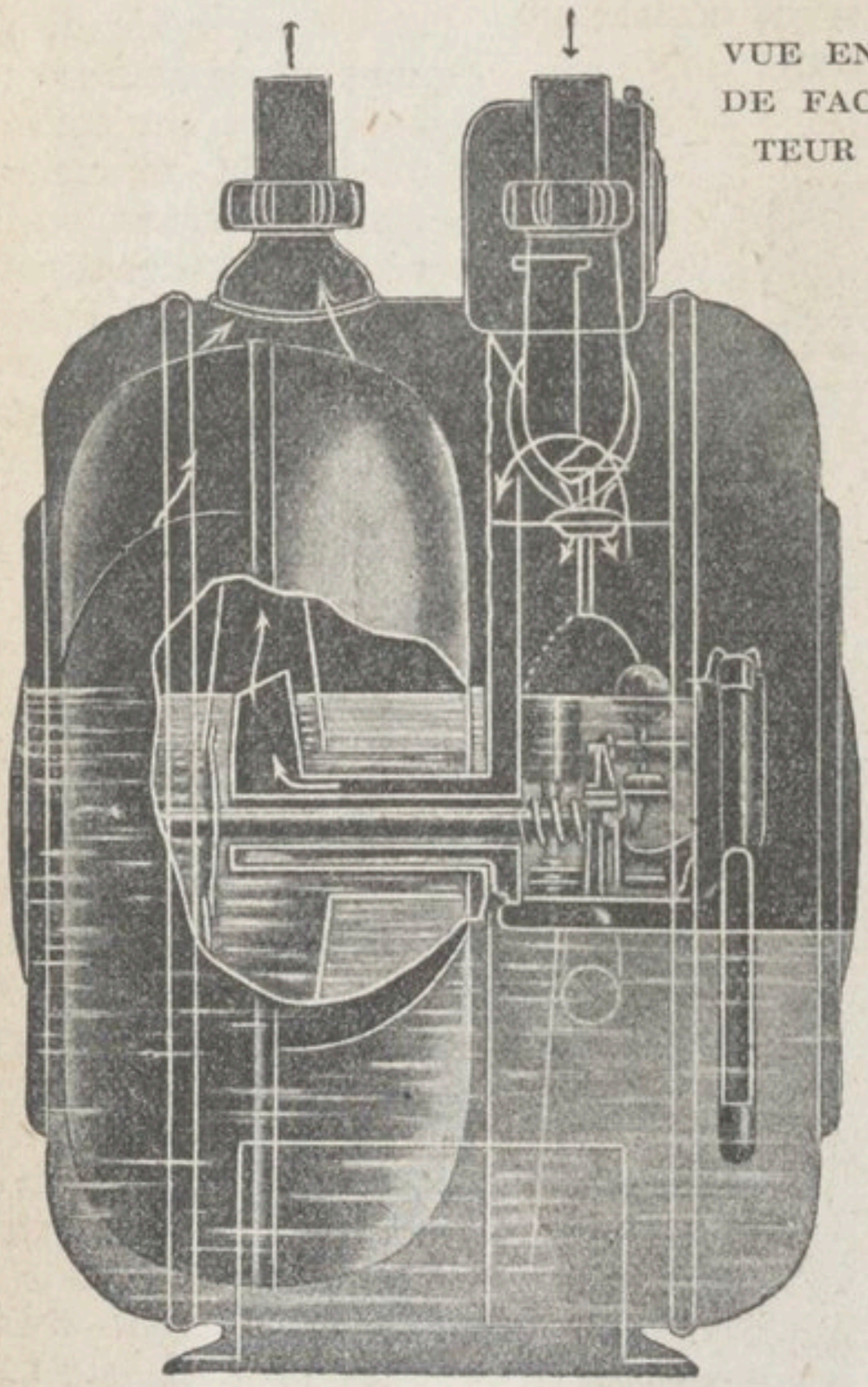
Tel que nous venons de le décrire, ce compteur ordinaire, dont des centaines de mille sont encore en service, n'est pas la perfection. Il ne donne, en effet, des indications exactes que si la ligne du niveau d'eau se trouve correctement établie et est maintenue constante. Obtenir un mesurage exact devint donc le problème que se posèrent les ingénieurs spécialistes et dont les premières solutions furent données par MM. Warner et Cowan, en 1874, et par MM. Siry et Lizars en 1878. C'est par des dispositions spéciales du volant mesureur que l'on chercha à perfectionner l'appareil. Depuis lors, de nouveaux modèles ont été construits et, parmi eux, le *Duplex*, qui est, aujourd'hui, le plus généralement adopté.



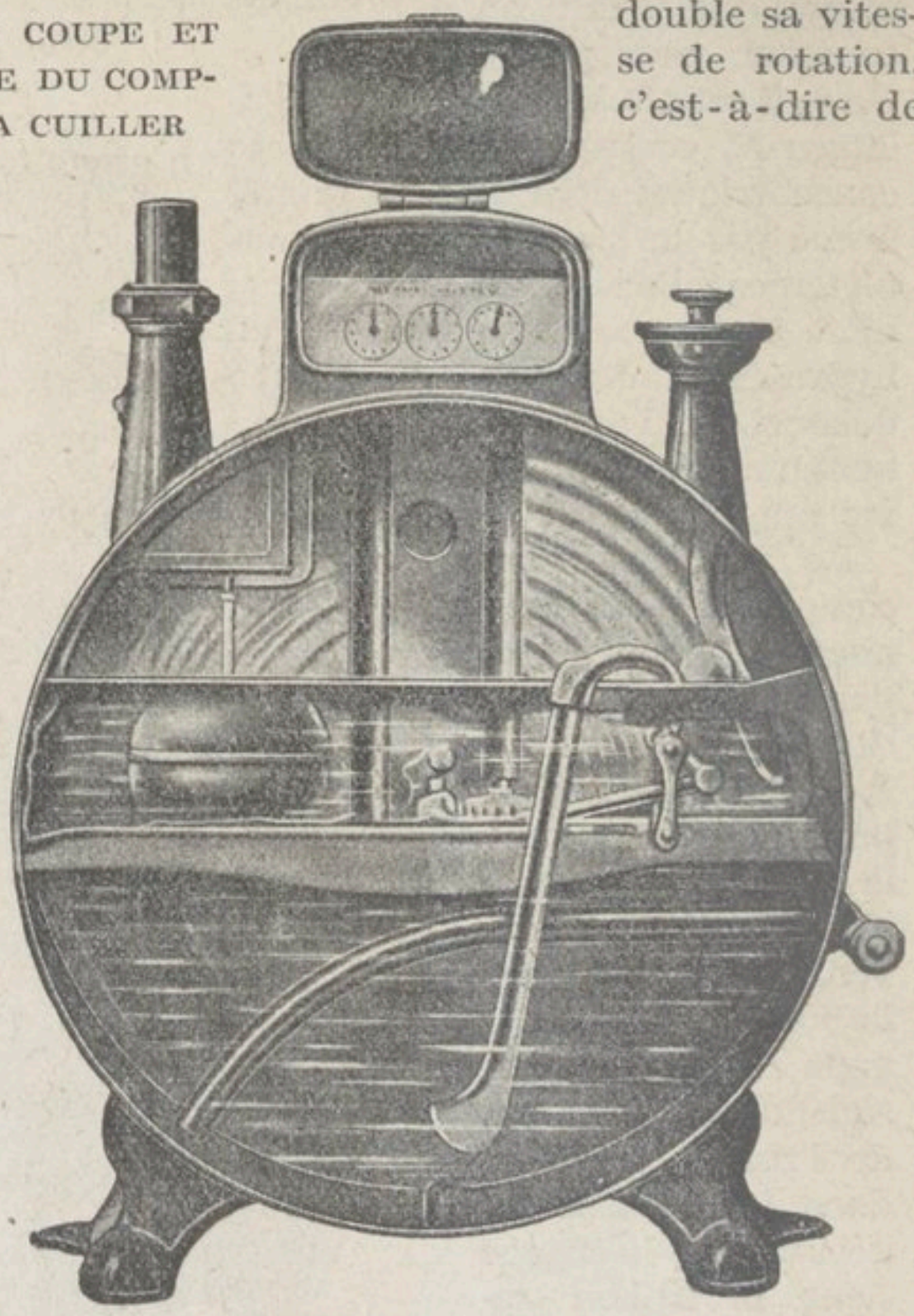
LE VOLANT DU COMPTEUR « DUPLEX »

Ce compteur varie du compteur ordinaire que nous venons de décrire, par son volant, d'une part, et, d'autre part, par un dispositif mécanique qui assure automatiquement l'invariabilité du niveau.

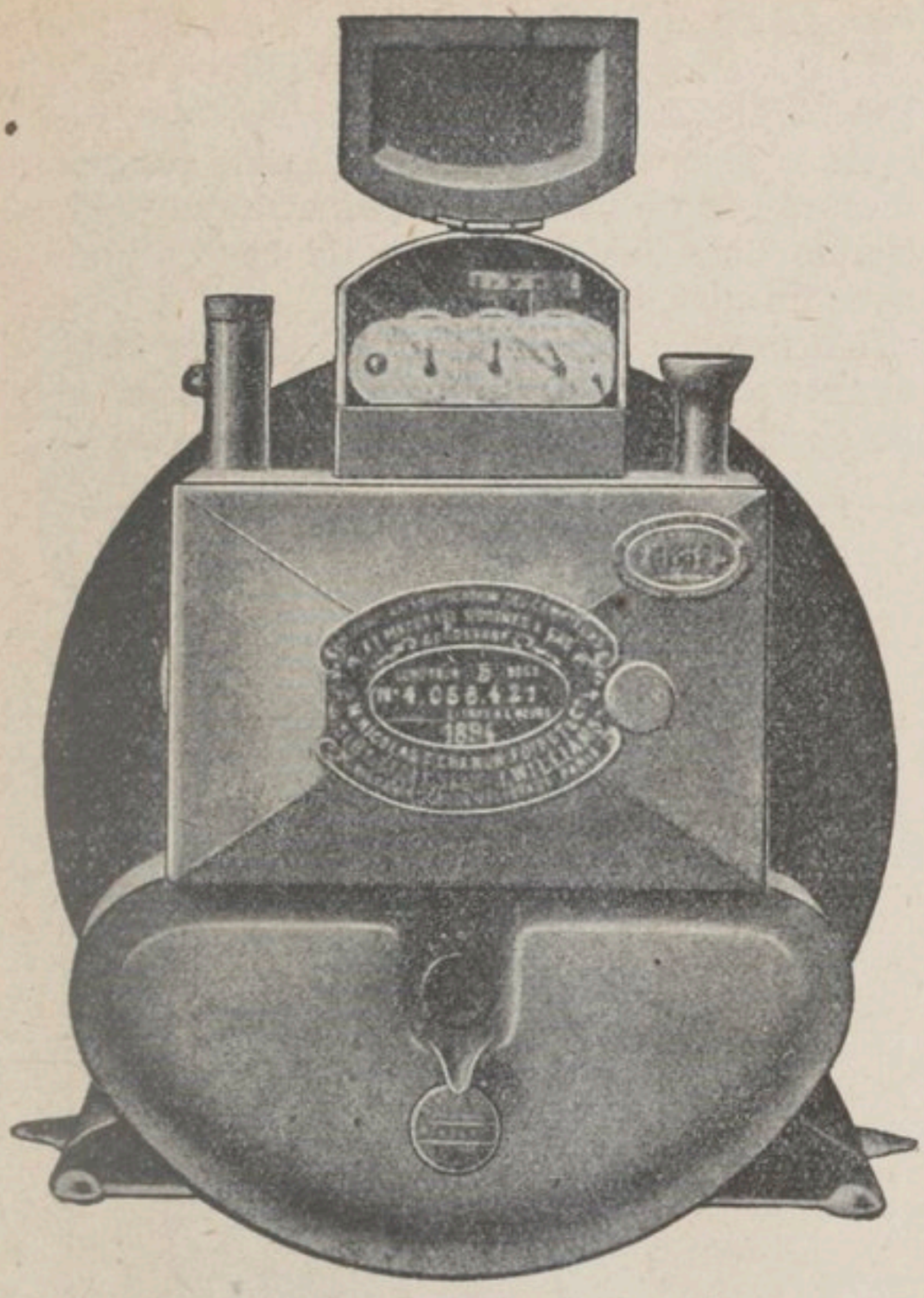
Le volant se compose de six compartiments au lieu de quatre, groupés en deux séries symétriques de trois cocquilles, d'où son nom de Duplex. Leur forme et leur disposition facilitent le mouvement du volant dans l'eau, et permettent de porter au double sa vitesse de rotation, c'est-à-dire de



VUE EN COUPE ET DE FACE DU COMPTEUR A CUILLER



Ces deux gravures nous montrent comment la cuiller, actionnée par le volant, élève dans son mouvement ascensionnel une certaine quantité d'eau qui, par le manche formant tube, vient se déverser dans la caisse du volant pour y maintenir le niveau. Le trop-plein s'en va par le siphon.



VUE DE FACE D'UN COMPTEUR ORDINAIRE TRANSFORMÉ EN COMPTEUR A MESURAGE EXACT AVEC COMPENSATEUR DE NIVEAU

l'élever de 100 à 200 tours à l'heure.

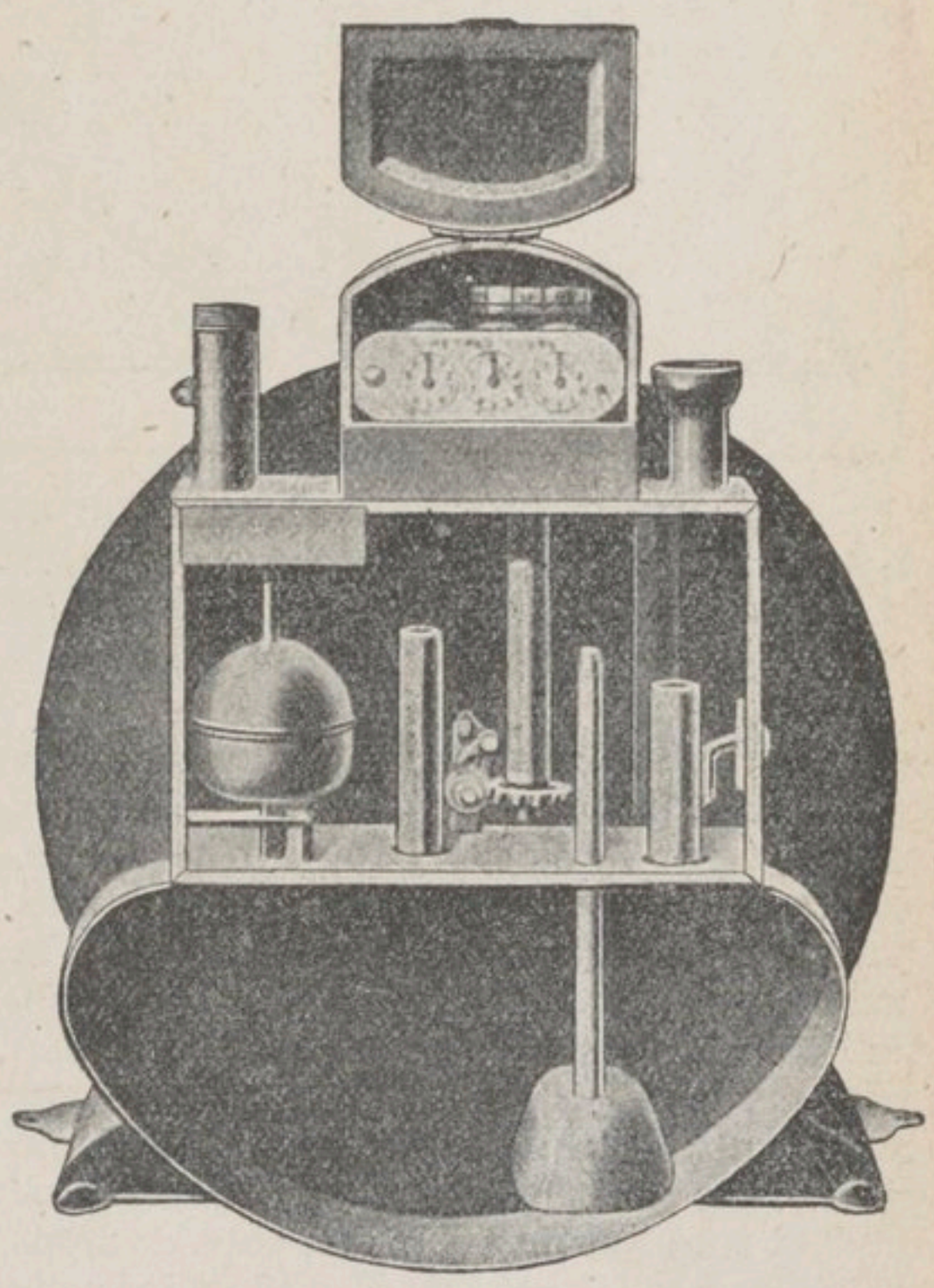
Le siphon remplit un double but : il sert à introduire le gaz de la partie avant du compteur au centre du volant, et il sert également de tube de trop-plein pour le nivellement de l'eau renfermée dans la caisse du volant. Il remplace le régulateur de niveau employé à tous les compteurs ordinaires.

Le dispositif qui permet d'assurer l'invariabilité du niveau se compose d'une cuiller actionnée par le volant. Elle puise l'eau dans le réservoir placé sur l'avant du compteur et la remonte à chaque tour du volant. Le trop-plein retourne au réservoir par le siphon. C'est donc la rotation du volant qui entretient cette circulation d'eau continue. Comme dans les autres compteurs, flotteur, soupape et cliquet jouent le même rôle. Le fonctionnement de cet appareil est d'ailleurs le même que celui des compteurs hydrauliques ordinaires et le gaz le traverse dans les mêmes conditions, exerçant même action sur le volant.

On a trouvé cependant le moyen de transformer les anciens compteurs à niveau variable en compteurs à mesurage exact, en y adaptant le compensateur de niveau à injecteur du système Dupoy, qui remplace le dispositif mécanique de la cuiller par un procédé plus sûr dans lequel c'est le gaz lui-même qui véhicule l'eau qu'il s'agit de projeter de la bâche de réserve dans le devant carré pour y maintenir le niveau constant.

Ce compensateur comporte un tube circulaire *C C*, placé en avant de la calotte sphérique du volant. Ce tube est terminé en une de ses extrémités *D* par une petite pièce en forme de hotte, soudée directement sur le tube ; son autre extrémité aboutit sous une cloche *E* ouverte par le bas. Cette cloche est placée dans une bâche remplie d'eau, fixée sur la face de devant du compteur, sous le devant carré. Un tube vertical *F* plonge dans la cloche *E* par son extrémité inférieure et se prolonge au-dessus jusque dans le devant carré où son extrémité supérieure dépasse légèrement le niveau auquel l'eau doit être maintenue ; le tuyau de trop-plein *G* détermine la hauteur de ce niveau.

Sur la périphérie du volant sont soudés trois augets *A A A*, dont le but est d'entraîner dans leur mouvement de rotation une certaine quantité de bulles de gaz. Pour bien faire comprendre le rôle que jouent ces augets, nous rappellerons l'expérience de



ASPECT INTÉRIEUR D'UN COMPTEUR ORDINAIRE MUNI DU COMPENSATEUR A INJECTEUR IMAGINÉ PAR M. DUPOY

physique bien connue qui consiste à plonger dans un vase plein d'eau un verre renversé ; l'air emprisonné dans le verre empêche l'eau d'y pénétrer. Les augets agissent de même. En tournant dans la partie supérieure du compteur, ils recueillent une certaine quantité de gaz et l'entraînent à travers la masse d'eau jusqu'au moment où, arrivant dans la partie inférieure, exactement sous la hotte *D* du tube circulaire *CC*, ils se

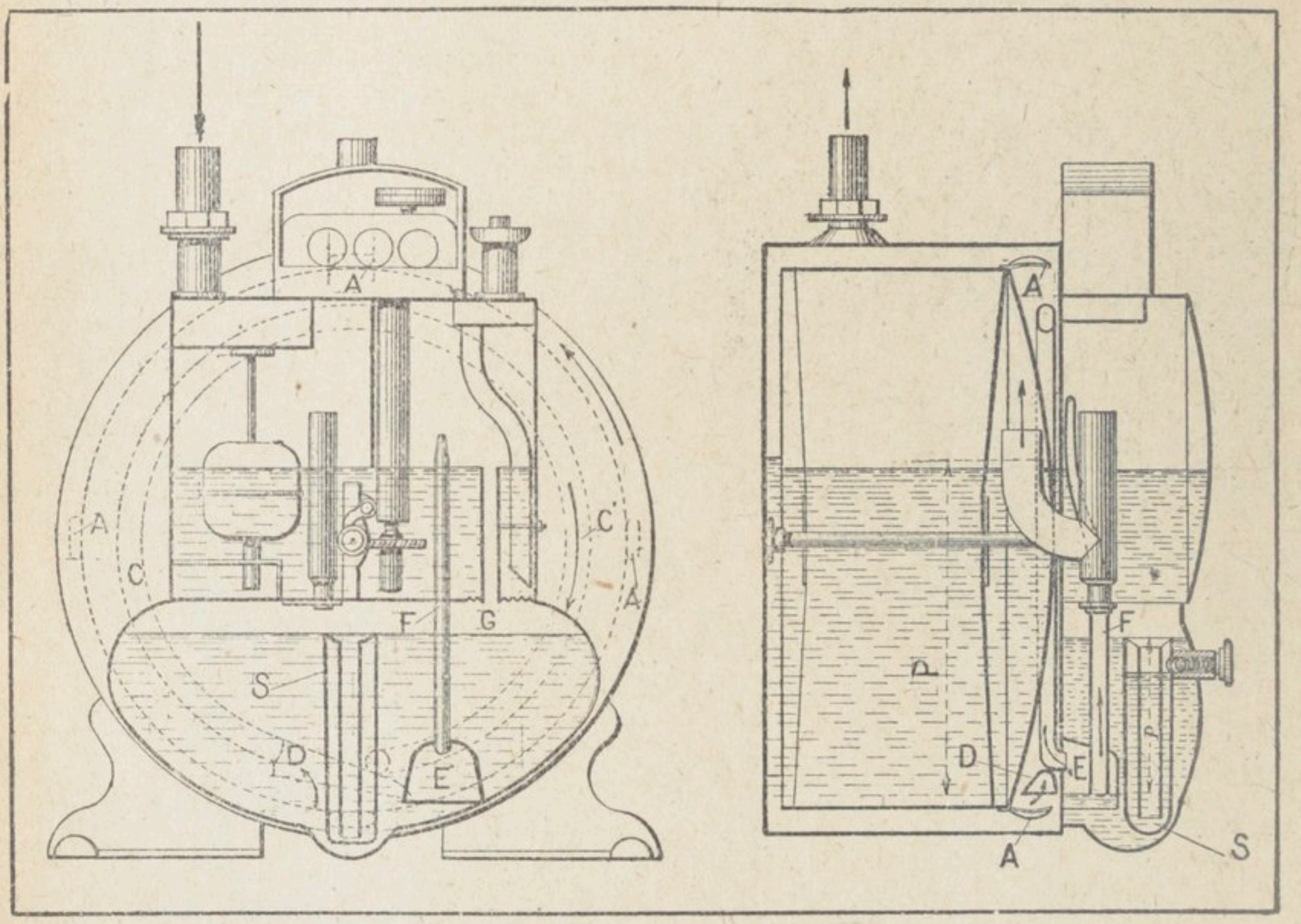


SCHÉMA DU COMPENSATEUR DE NIVEAU A INJECTEUR, SYSTÈME DUPOY

A, A, A, *augets soudés à la périphérie du volant ;* D, *hotte qui recueille les bulles de gaz amenées par les augets ;* C, C', *tube circulaire conduisant les bulles de gaz dans la calotte* E ; F, *tube par où le gaz se rend dans le devant carré en refoulant la colonne d'eau ;* G, *conduit du trop-plein ;* S, *siphon.*

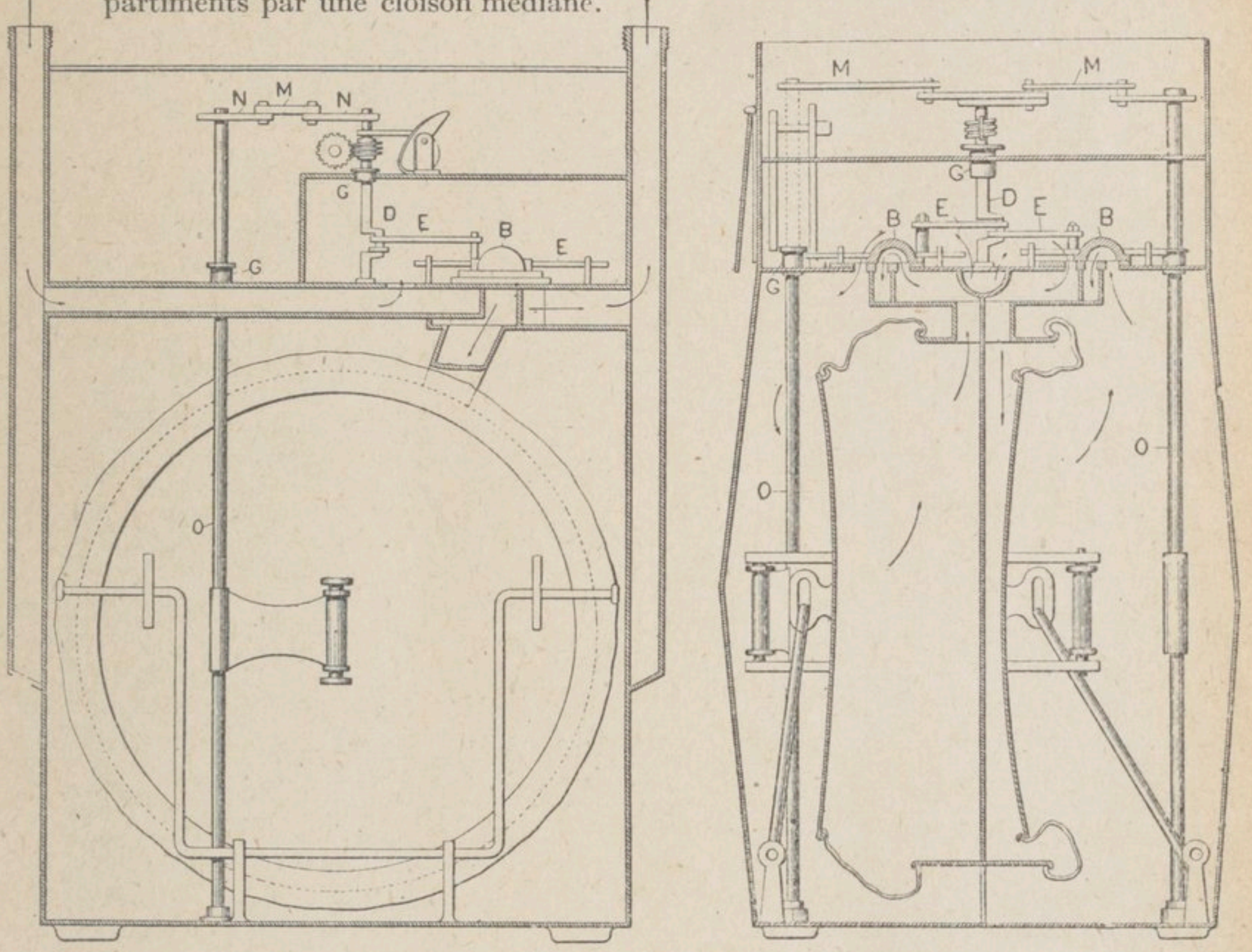
retournent et laissent échapper les bulles de gaz. Par la hotte et par le tube, ce gaz est conduit dans la cloche *E* où il s'accumule, refoulant peu à peu l'eau qui y était contenue. L'arrivée de nouvelles bulles augmente la pression, si bien qu'à un moment une partie de ce gaz comprimé s'échappe brusquement par le tube *F*, projetant dans le devant carré toute l'eau qu'il contenait. Le même phénomène se renouvelle constamment pendant la rotation du volant ; le tube de trop-plein *G* ramène l'excédent d'eau dans la bâche de réserve et maintient ainsi le niveau.

Dans un compteur de 5 becs, le volume d'eau remonté par l'injecteur est de un litre ; jusqu'à complète évaporation de ce volume d'eau, le compteur sera donc à niveau constant. Par l'emploi de ce compensateur, on évite la perte de 2 % environ dans le volume mesuré par un compteur ordinaire qui fonctionne dans les conditions de la pratique avec un niveau variable.

Un arrêté préfectoral du 30 janvier 1911 ayant rendu obligatoire, pour obtenir le poinçonnage des compteurs en service à Paris, l'addition d'organes assurant le mesurage exact, la Société du Gaz de Paris a décidé de transformer tous ses anciens compteurs ordinaires, au nombre de 400.000, en compteurs à mesurage exact par le niveau constant et à compensateur.

Le froid peut être un ennemi du bon fonctionnement des compteurs à gaz. Si l'appareil se trouve dans un local non chauffé où la température peut s'abaisser au-dessous de zéro, on fera bien d'introduire, l'hiver, un mélange composé d'un tiers d'alcool contre deux tiers d'eau ; mais, dans ce cas, il convient de surveiller le niveau avec soin, parce que l'évaporation de l'alcool est assez active.

Pour les pays froids, où les compteurs hydrauliques seraient difficilement protégés et où l'on aurait à craindre la congélation de l'eau, on a construit des compteurs spéciaux, dits « compteurs secs », que la Hollande, la Suède et certaines régions de la Suisse ont adoptés. Ce genre de compteur est constitué par deux soufflets manœuvrant dans une caisse divisée en deux compartiments par une cloison médiane.



COUPES DU COMPTEUR SEC EMPLOYÉ DANS LES PAYS FROIDS

B, B, *dispositif à tiroirs pour la distribution du gaz dans les soufflets ;* o, o, *arbres de transmission ;* M, N, E, *articulations ;* D, *arbre de transmission actionnant également la minuterie.*

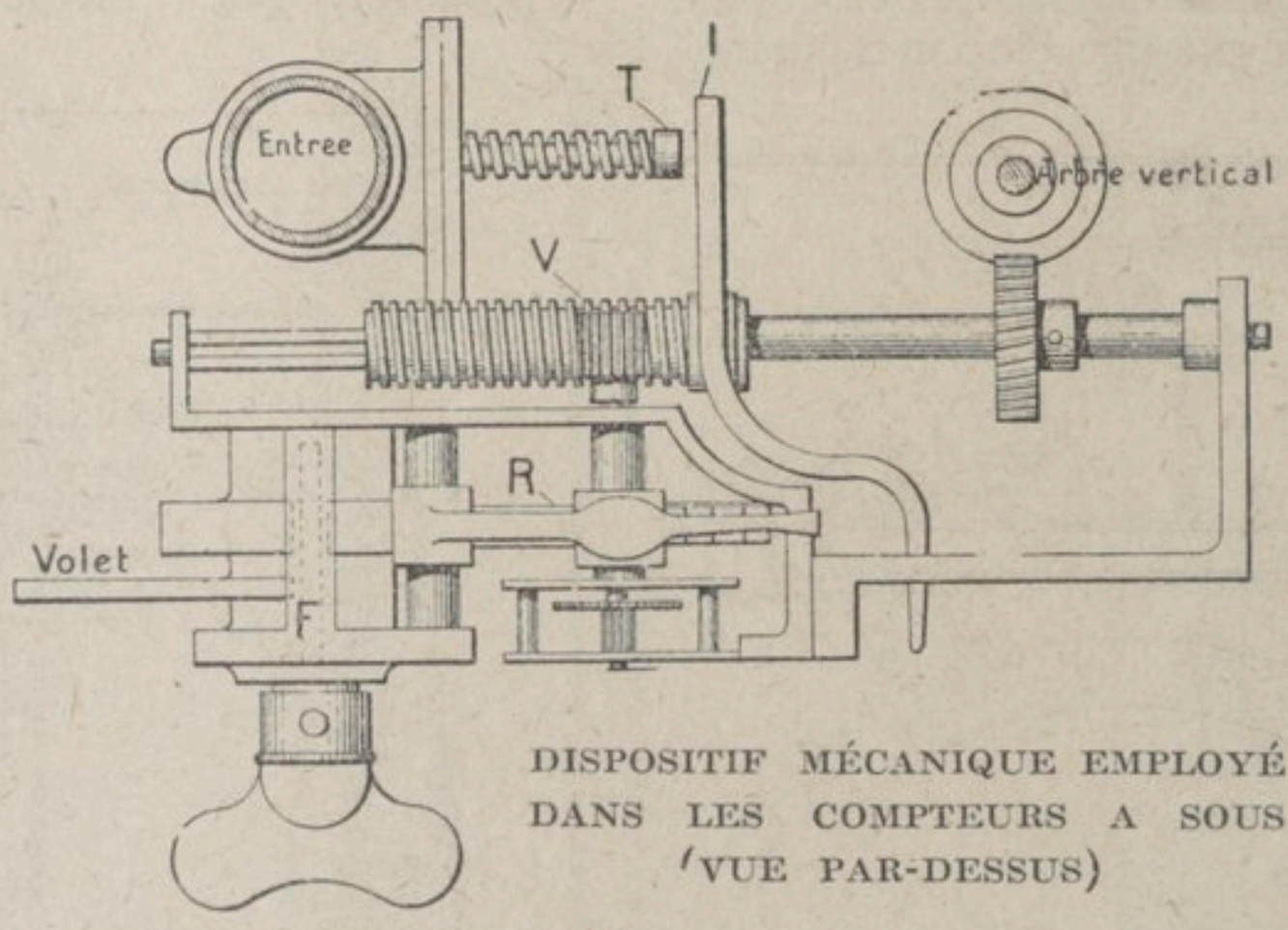
Ces soufflets font l'office de deux pistons d'une pompe aspirante et foulante. Le gaz est distribué d'un côté ou de l'autre du soufflet par une distribution à tiroirs *B*. Les tiroirs sont munis de bielles *E* que commande un jeu d'articulations *MN ;* ces articulations sont actionnées elles-mêmes par des arbres de transmission *O* que commandent les soufflets. En somme, c'est le mécanisme d'une machine à vapeur avec son changement de marche par la manœuvre des tiroirs. Le mouvement de l'arbre à manivelle *D* est transmis par vis et engrenages au numérateur ou minuterie et, pour éviter toute fuite, cet arbre traverse une boîte à étoupe *G*.

Il nous reste maintenant à dire un mot des compteurs à paiement préalable, vulgairement dénommés « compteurs à sous », dont l'emploi remonte à une vingtaine d'années seulement. Les plus intéressants sont construits par la Compagnie Continentale et la Compagnie pour la Fabrication des compteurs. Ils permettent à l'abonné de se procurer, par l'introduction préalable dans l'appareil d'une ou de plusieurs pièces de monnaie, un volume de gaz d'une valeur équivalente à la somme ainsi versée. Ces appareils comportent un robinet-soupape, manœuvré par un mécanisme spécial, commandé alternativement par l'abonné pour l'ouverture de la soupape et par le compteur pour la fermeture et l'arrêt du débit.

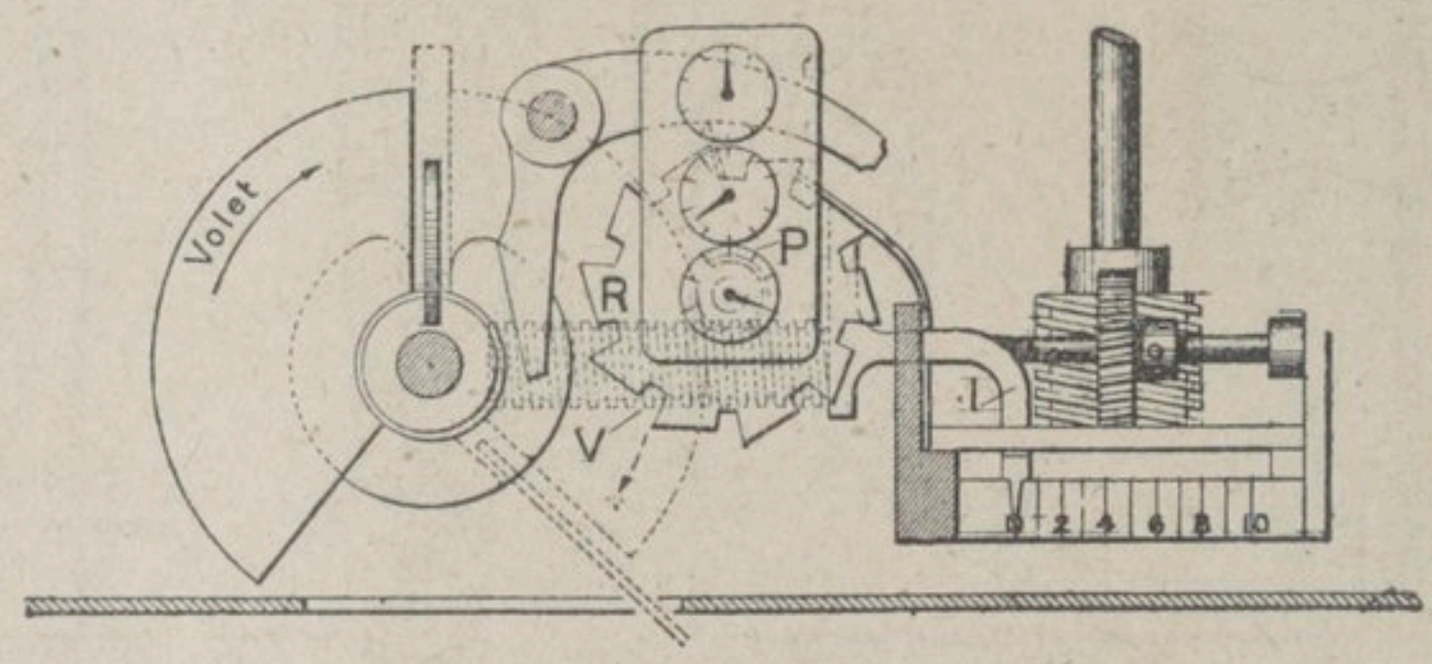
Le mécanisme adopté par la Compagnie Continentale se compose d'un canillon dans lequel vient se loger la pièce de monnaie introduite par la fente *F*. Cette pièce faisant saillie vient, quand on tourne le canillon de gauche à droite, s'enclencher dans une encoche de la roue à rochet *R* et, comme le

ferait une dent d'engrenage, faire avancer la roue *R* d'une dent, soit un dixième de tour, ladite roue présentant dix encoches. Sur l'axe de la roue *R* est monté un pignon engrenant avec une vis sans fin *V*, mobile sur un arbre rainé sur lequel se trouve goupillée une roue hélicoïdale engrenant avec une vis sans fin montée sur l'arbre vertical du compteur.

On conçoit que chaque fois que la roue *R* fera un dixième de tour, le pignon *P* fera avancer vers la droite la vis *V* d'une quantité correspondante : cette vis *V* agissant comme une crémaillère. L'index *I*, qui appuyait sur la tête *T* du clapet du robinet-soupape et tenait cette soupape fermée, étant entraîné par la vis *V* dans son mouvement de gauche à droite, dégage la soupape qui s'ouvre et le gaz peut arriver au compteur.



DISPOSITIF MÉCANIQUE EMPLOYÉ DANS LES COMPTEURS A SOUS (VUE PAR-DESSUS)



LE MÊME DISPOSITIF VU DE FACE

F, *fente par où l'on introduit la pièce de monnaie ;* R, *roue à rochet que le « sou » fait avancer ;* P, *pignon, solidaire de la roue* R, *engrenant avec la vis sans fin* V ; I, *index commandant la tige* T *du robinet-soupape et marquant le volume de gaz dont on dispose. De la roue* R *le « sou » tombe dans la boîte à recette.*

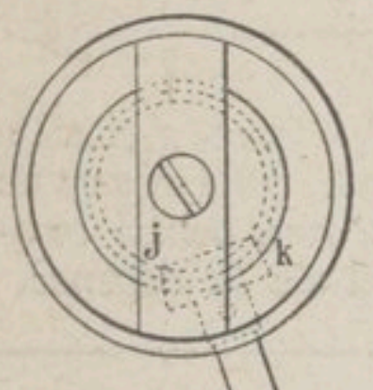
Si le compteur débite du gaz, l'arbre vertical, transmettant son mouvement de rotation à la vis *V*, et celle-ci s'appuyant sur le pignon *P* comme sur un écrou, y prendra un mouvement de translation de droite à gauche et l'index *I* viendra appuyer sur le clapet et la fermer. Pour avoir à nouveau du gaz, il faudra mettre une nouvelle pièce dans le canillon et faire avancer d'une dent la roue *R*.

Afin de ne pas obliger l'abonné à manœuvrer aussi fréquemment le mécanisme, on a laissé à la vis *V* un espace libre suffisant pour qu'elle puisse se déplacer de gauche à droite d'une quantité égale à dix déplacements provoqués par une pièce ; on pourra donc ainsi faire manœuvrer successivement dix fois le canillon et s'assurer ainsi d'un débit de gaz correspondant très exactement à dix pièces de monnaie.

Pour se rendre compte de la position de l'index *I* par rapport à la tige *T* du clapet, on a mis sur l'index une aiguille qui se meut le long d'un cadran divisé de 1 à 10. Lorsque la soupape est fermée, l'aiguille est au zéro. A chaque instant, par la position de cette aiguille sur le cadran l'abonné sait quelle quantité de gaz il peut encore consommer avant la fermeture de la soupape. L'unité généralement adoptée est la pièce de 10 centimes.

La Compagnie pour la fabrication des Compteurs emploie un mécanisme qu'elle appelle « Le Décime », et qui peut se placer sur les compteurs à mesure invariable et sur les compteurs ordinaires de l'ancien système. Ce dispositif se compose de trois organes distincts : 1° la boîte *A* du mouvement ; 2° la soupape *B* qui commande l'admission du gaz dans la boîte du compteur ; 3° un arbre intermédiaire *C* qui transmet le mouvement du compteur aux organes de la boîte *A*. Le fonctionnement de ce mécanisme est sensiblement le même que celui du précédent : la pièce de monnaie entraîne la roue dentée qui dégage la soupape, et l'arbre vertical du compteur, automatiquement, la referme. Voici comment se décrit en détail le fonctionnement de cet appareil dont le mécanisme est un peu plus compliqué.

Supposons l'aiguille du petit cadran à zéro et, par conséquent, la soupape d'admission fermée. La pièce de monnaie est introduite dans la fente *F* ; en tournant la clef *J* de gauche à droite, le bo d inférieur de la pièce rencontre le bras du levier coudé *d e f*, formant cliquet, qu'il soulève, ce qui a pour résultat de dégager le cran *g* de la roue dentée *H*. La pièce *G*, dont sont solidaires les deux roues dentées *H* et *I*, est ainsi rendue libre et la roue *I*, qui comporte 13 dents, avance d'un cran. La roue *H* a également avancé d'un cran et, dans ce cran, va retomber l'encoche du levier *d e f*, ramenant le mécanisme dans une position semblable à celle qu'il occupait avant la manœuvre de la clef. La pièce de monnaie a abandonné en même temps la denture *I* et est tombée dans la boîte d'encaissement *P*.



PLAN DU MÉCANISME DU « COMPTEUR A SOUS »

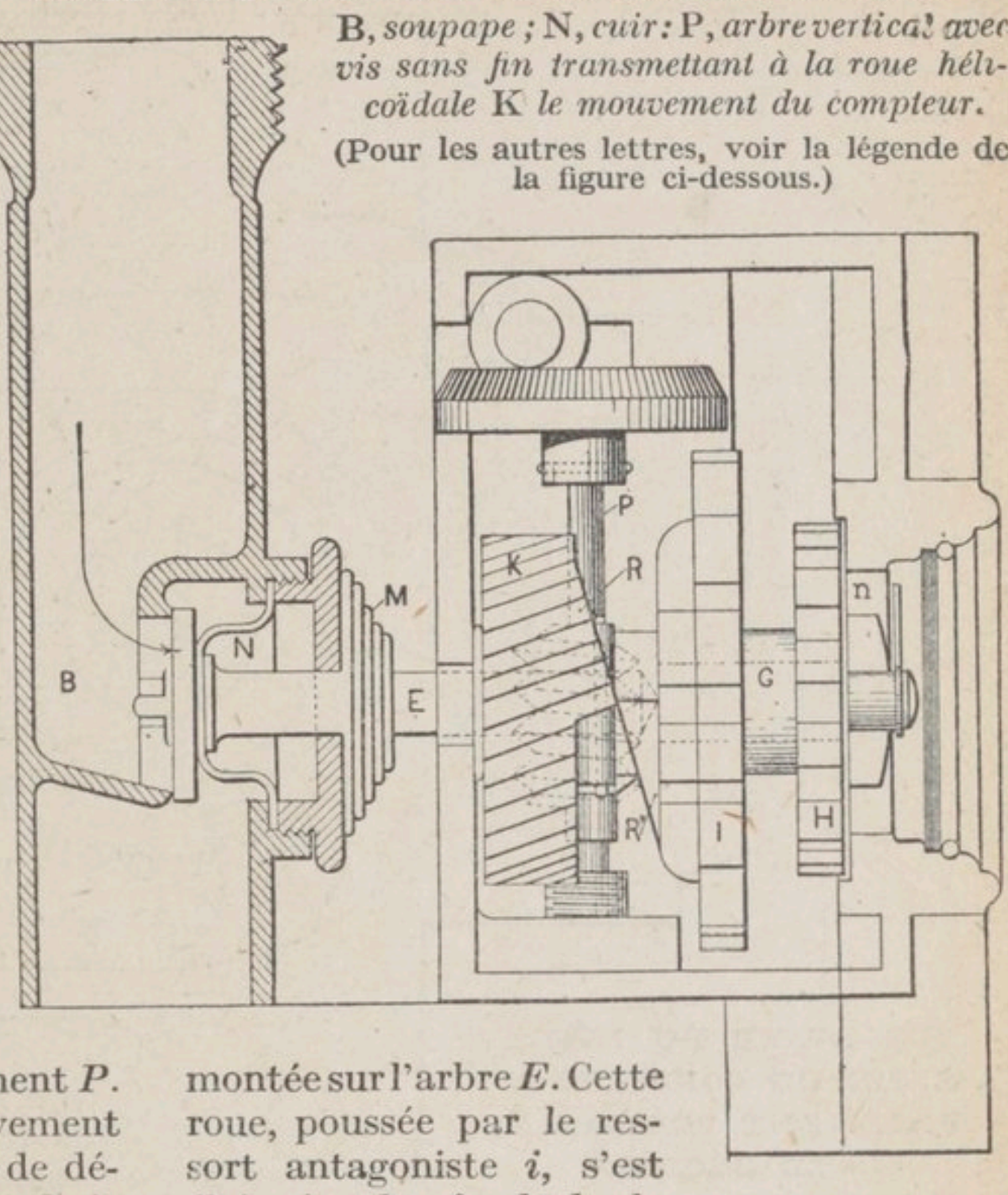
Dans le mouvement que nous venons de décrire, la rampe *R'*, fixée sur la face extérieure de la denture *I*, s'est éloignée d'un treizième de tour de la rampe *R*, qui fait partie de la roue hélicoïdale *K* montée sur l'arbre *E*. Cette roue, poussée par le ressort antagoniste *i*, s'est éloignée du fond de la boîte en même temps que sa goupille ; la soupape *B* s'est ouverte, le gaz passe dans le compteur et actionne le mécanisme.

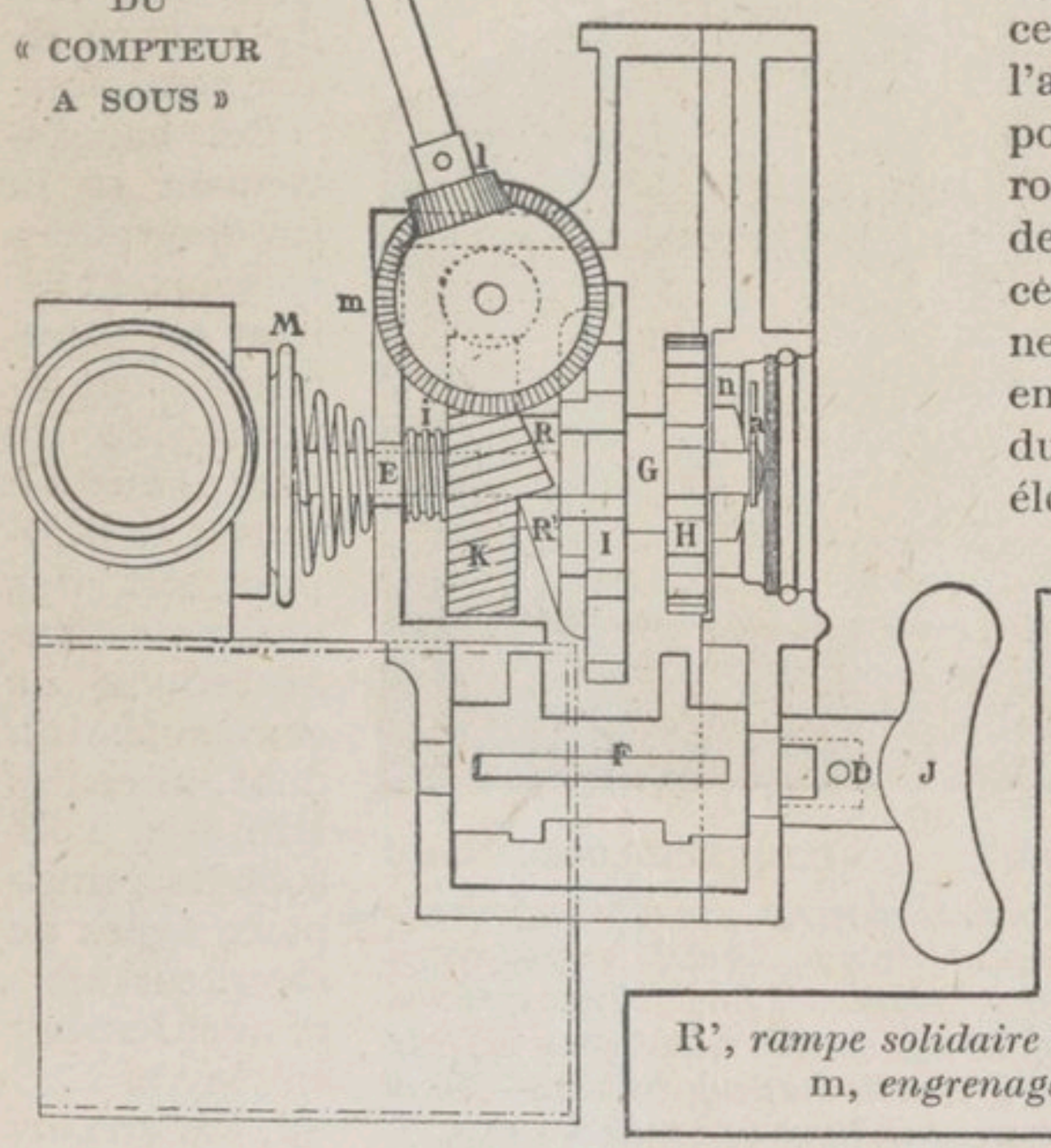
La marche du volant, sous la pression du gaz débité, met en mouvement l'arbre vertical du compteur qui actionne la minuterie et enregistre la consommation. En reliant cet arbre vertical, par l'intermédiaire de l'arbre *C* et des roues *j k l m*, à l'arbre *P* qui porte une vis sans fin engrenant avec la roue hélicoïdale *K*, on va pouvoir commander la fermeture de l'admission. En effet, cette transmission de mouvement fait tourner la roue *K* de façon à rapprocher de plus en plus les deux rampes *R* et *R'* que l'introduction des pièces de monnaie avait éloignées ; elles finissent par se rencontrer

COUPE DE LA SOUPAPE DU « COMPTEUR A SOUS »

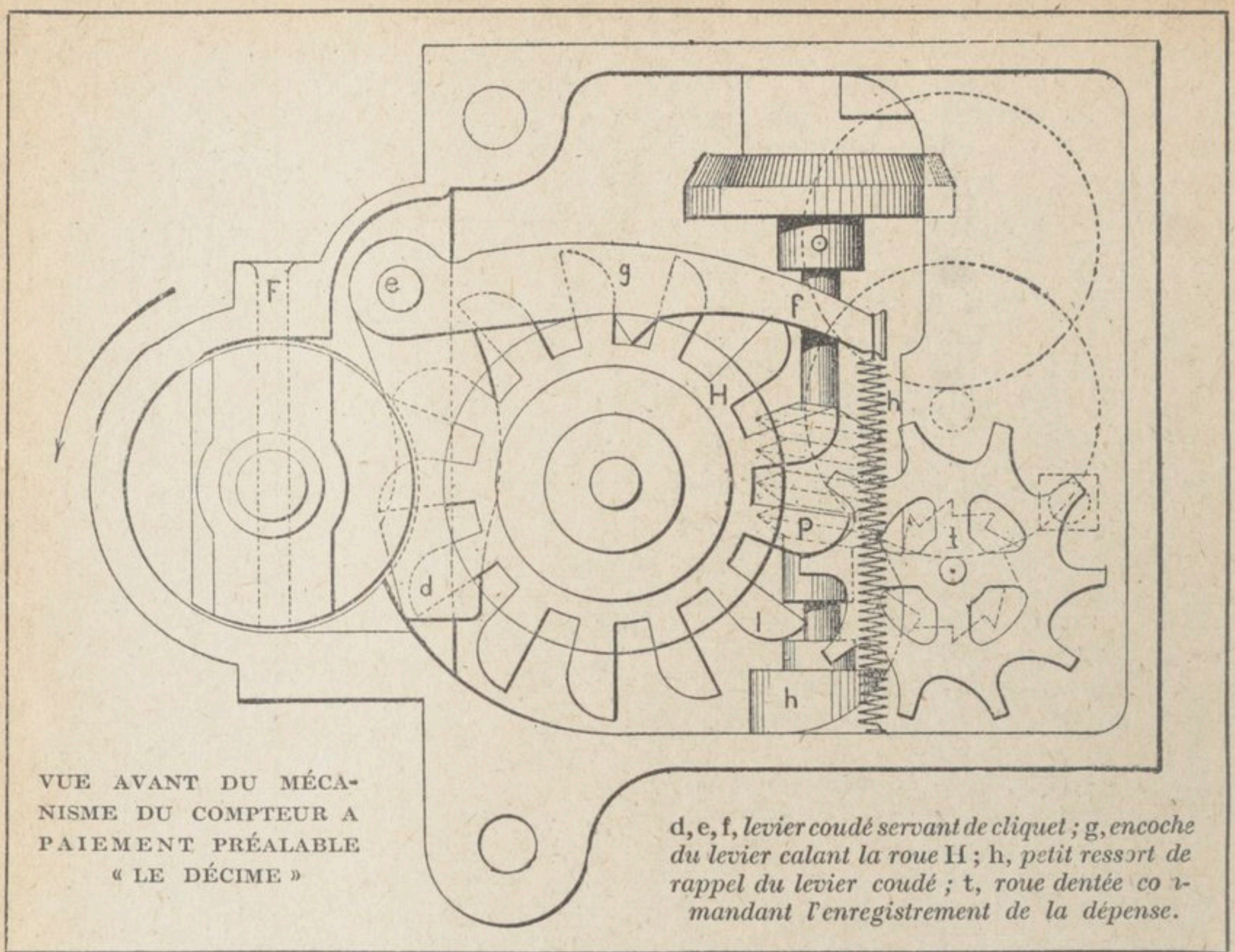
B, *soupape ;* N, *cuir :* P, *arbre vertical avec vis sans fin transmettant à la roue hélicoïdale* K *le mouvement du compteur.*

(Pour les autres lettres, voir la légende de la figure ci-dessous.)





D, *arbre portant le barillet dans lequel on introduit la pièce de monnaie ;* E, *arbre supportant les pièces d'encliquetage ;* K, *roue hélicoïdale de 26 dents ;* R, *rampe solidaire de la roue* K ; M, *ressorts provoquant automatiquement l'ouverture de la soupape ;* i, *ressort antagoniste de la roue hélicoïdale ;* G, *manchon, portant les deux roues dentées* H *et* I, *tournant tout autour de l'arbre* E ; R', *rampe solidaire de la roue* I ; C, *arbre intermédiaire ;* j, k, l, m, *engrenages ;* n, *cadran ;* a, *aiguille indicatrice.*



VUE AVANT DU MÉCANISME DU COMPTEUR A PAIEMENT PRÉALABLE « LE DÉCIME »

d, e, f, *levier coudé servant de cliquet ;* g, *encoche du levier calant la roue* H ; h, *petit ressort de rappel du levier coudé ;* t, *roue dentée commandant l'enregistrement de la dépense.*

et, en montant l'une sur l'autre, produisent l'avancement de la roue *K* ce qui entraîne la fermeture de la soupape et l'arrêt de l'admission. L'aiguille, entraînée par la roue *K*, indique sur le cadran *n* la position relative des deux rampes et, par conséquent, le nombre de pièces représentant la valeur du gaz payé qui reste à consommer. L'ensemble est complété par un totalisateur du nombre de pièces introduites; cet enregistrement se fait au moyen de la roue *t* engrenant avec la denture *I*. Les trois cadrans indiquent les unités, dizaines et centaines de pièces, enregistrant, par conséquent, jusqu'à mille pièces, soit cent francs avec des pièces de cuivre de dix centimes.

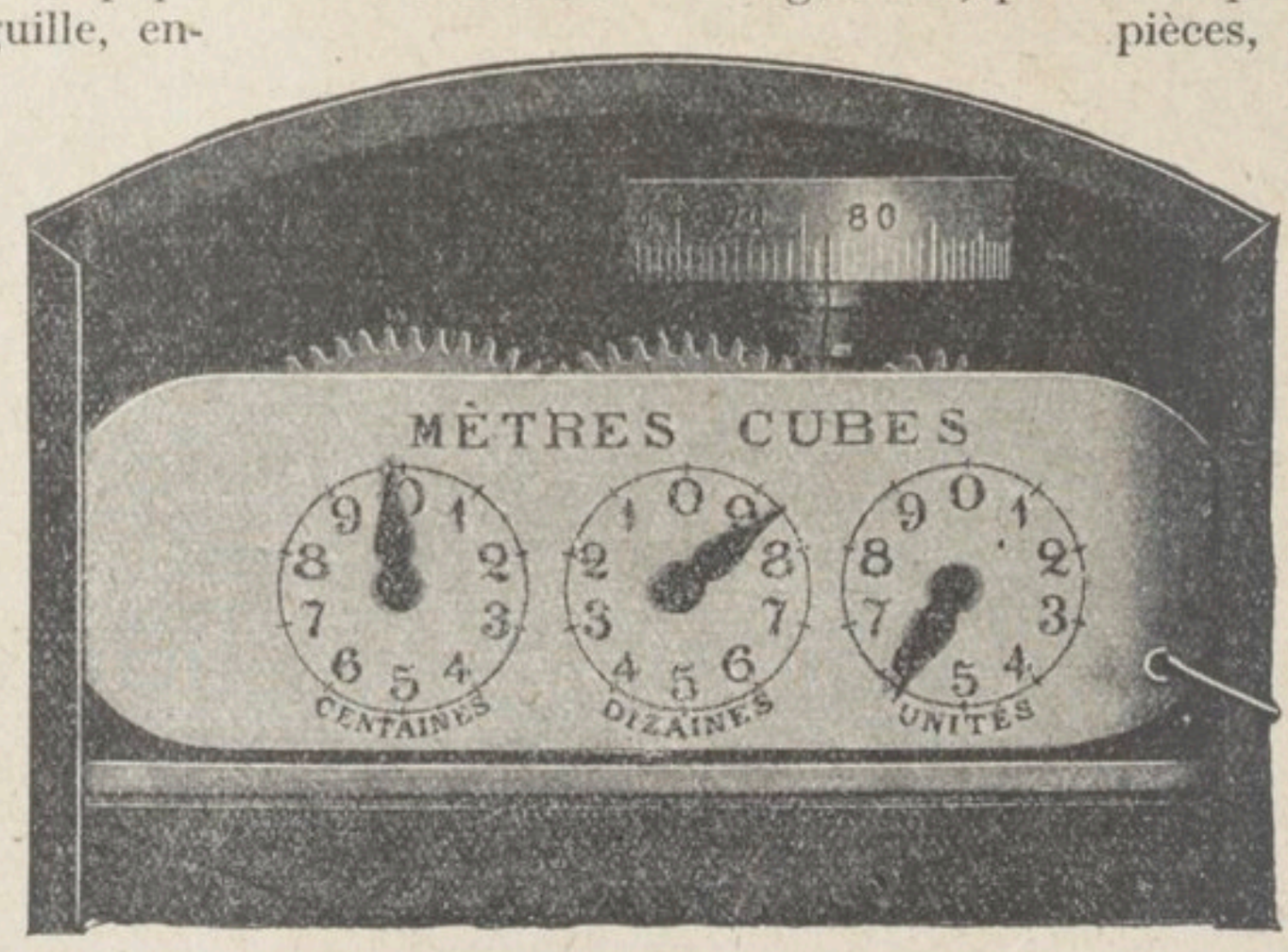


TABLEAU D'ENREGISTREMENT D'UN COMPTEUR ORDINAIRE

Quand l'aiguille se trouve entre deux chiffres, prendre toujours le plus petit, sauf quand ces deux chiffres sont 0 et 9 ; auquel cas il faut lire 9. On obtient ainsi un chiffre dont il faut retrancher celui porté sur le carnet de l'abonné, lors du dernier relevé, pour obtenir la consommation du gaz dans l'intervalle des deux relevés. — Dans l'exemple ci-dessus, le compteur indique 985 mètres cubes.

Cet enregistrement se lit sur des cadrans spéciaux attenant au mécanisme supplémentaire du compteur « à sous », et indépendant des cadrans enregistreurs de consommation dont ci-contre l'image. Tels sont les principaux types de compteurs à gaz généralement employés.

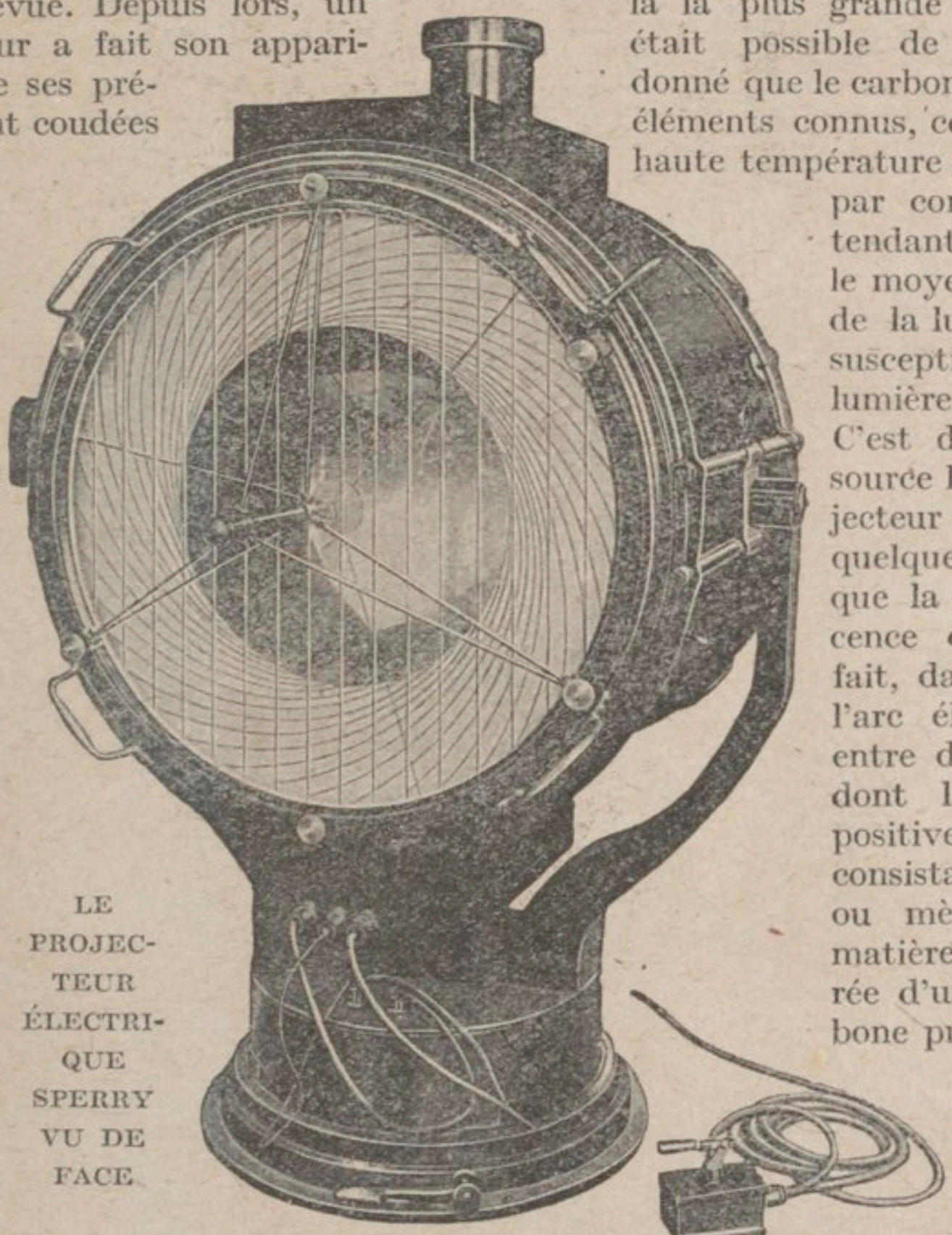
J. CRÉBILLOT.

UN PROJECTEUR DONT LA LUMIÈRE ÉGALE CELLE DU SOLEIL

Par Charles BROCOT

Dans un article publié par ce magazine (n° 20, avril et mai 1915, page 733), les différents types et les utilisations variées du projecteur à arc électrique ont été passés en revue. Depuis lors, un nouveau projecteur a fait son apparition, qui surpasse ses prédécesseurs de cent coudées au point de vue puissance d'éclairement. Ce n'est pas à un tour de construction ni à une forme ou à une qualité nouvelles de miroir que cet appareil doit sa supériorité, mais, comme nous allons le voir, à un principe tout différent dans la production de l'éclairage.

Disons, tout d'abord, que l'inventeur de ce projecteur est M. Elmer A. Sperry, un ingénieur américain déjà célèbre par plusieurs inventions, celles notamment du compas gyroscopique et du génial stabilisateur d'aéroplane qui portent son nom.

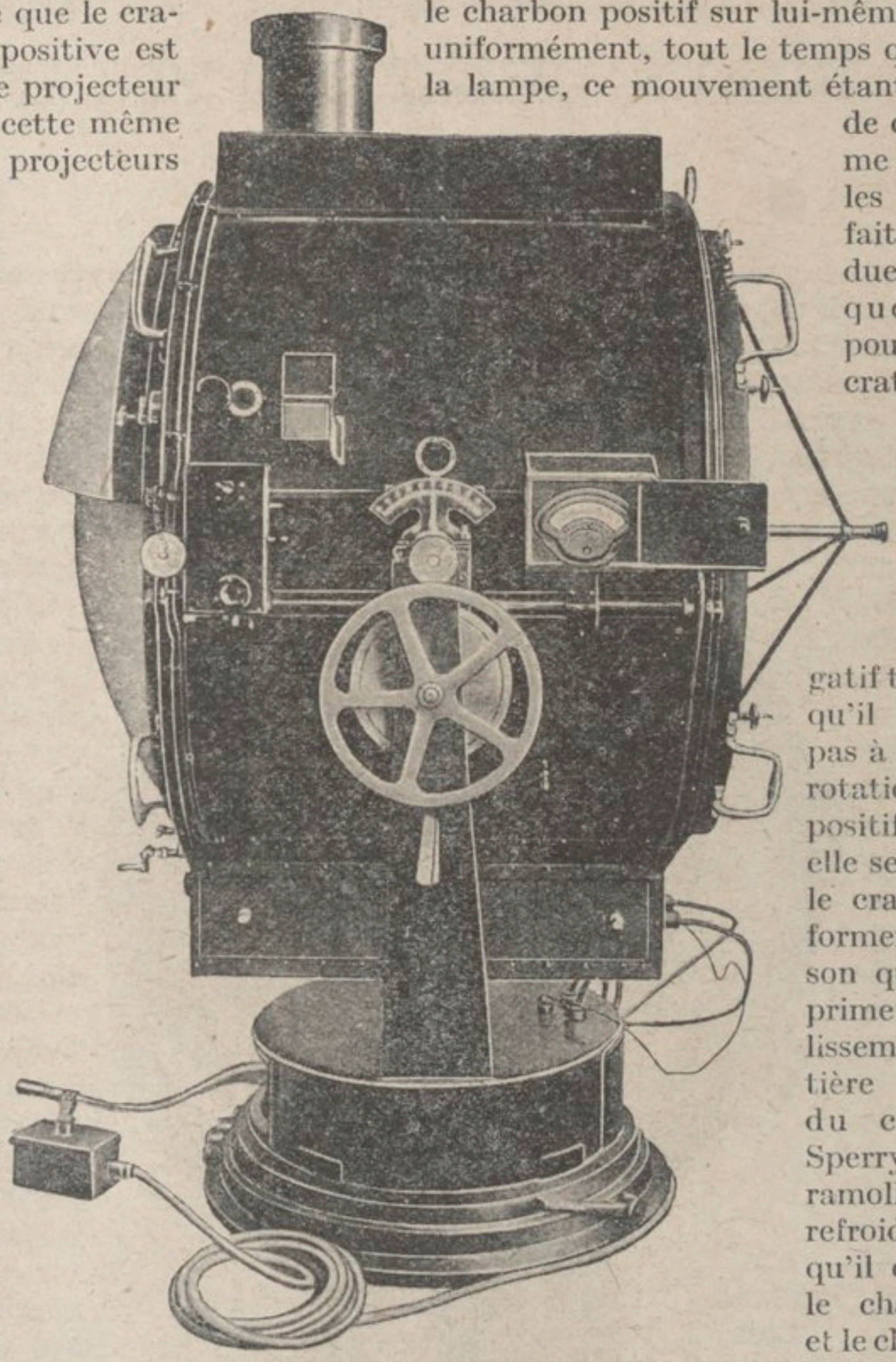


LE PROJECTEUR ÉLECTRIQUE SPERRY VU DE FACE

En avant de la cage, on aperçoit le prolongement postérieur du charbon positif et les tiges qui le soutiennent ; en arrière, se trouve la glace, striée verticalement, puis on remarque le grand obturateur à iris qui permet d'occulter ou de resserrer le faisceau lumineux. Les moteurs destinés à manœuvrer le projecteur mécaniquement sont renfermés dans le socle ; ils peuvent être commandés à distance.

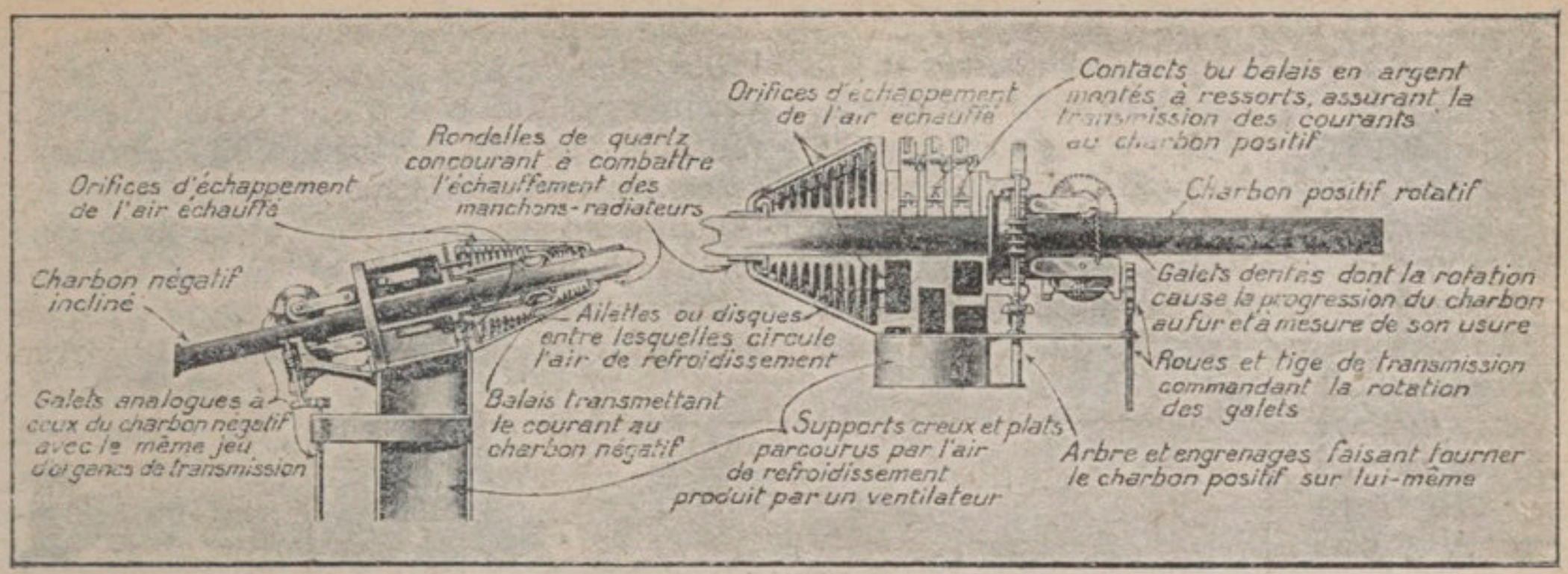
La source de lumière universellement employée dans les projecteurs est, on le sait, le cratère incandescent de l'électrode positive en carbone pur d'un arc électrique. Ce cratère a une intensité lumineuse très sensiblement constante de 150 bougies (il s'agit ici, comme dans tout ce qui suit, de la bougie-étalon anglaise et américaine, qui vaut 1,01 bougie décimale), par millimètre carré de sa surface. On considérait jusqu'ici que c'était là la plus grande luminosité qu'il était possible de produire, étant donné que le carbone est, de tous les éléments connus, celui qui a la plus haute température de fusion et qui, par conséquent, en attendant qu'on ait trouvé le moyen de « fabriquer » de la lumière froide, est susceptible d'émettre la lumière la plus intense. C'est déjà dire que la source lumineuse du projecteur Sperry comporte quelque chose de plus que la simple incandescence du carbone. En fait, dans cet appareil, l'arc électrique jaillit entre deux électrodes dont l'une, l'électrode positive, est un charbon consistant en une âme ou mèche, faite d'une matière spéciale, entourée d'une gaine en carbone pur. Cette matière spéciale dont, malgré ses brevets, M. Sperry conserve secrète la nature (on comprend que les circonstances actuelles l'y obligent) donne naissance, en brûlant, à un gaz qui, enflammé par l'arc, produit une lumière dont l'intensité a été reconnue comme surpassant les plus brillantes artificiellement créées jusqu'à ce jour et égalant même celle que radie, sur notre planète, le soleil deux heures après son lever, soit

une moyenne de 500 bougies par millimètre carré de la surface incandescente. La substance de la mèche brûle plus vite que la gaine en carbone, de sorte que le cratère de l'électrode positive est plus profond dans le projecteur Sperry que celui de cette même électrode dans les projecteurs ordinaires et il se rapproche du point mathématique idéal qui seul permettrait la réflexion par le miroir de l'appareil d'un faisceau lumineux rigoureusement cylindrique. Par ce simple énoncé, nous sommes amenés à reconnaître deux grands avantages au nouvel appareil : une puissance d'éclairement très supérieure et une meilleure concentration de la lumière sur l'objet éclairé. D'autre part, on n'ignore pas que, dans les projecteurs ordinaires, le cratère du charbon positif ne conserve pas longtemps sa forme régulière qui, intérieurement, est sensiblement celle d'un cône plus ou moins arrondi à la pointe ; la raison en est très simple : les bords du cratère sont nécessairement ramollis par la haute température intérieure ; ils tendent donc à s'affaisser, à s'allonger, bref, à se déformer, un peu à la manière d'un cigare que l'on tiendrait fixe entre les doigts. Que fait le fumeur pour conserver à son cigare un bout bien net et une belle cendre? Il le roule d'un geste machinal ou veille à ne pas y appliquer les lèvres toujours au même endroit. M. Sperry, lui, fait quelque chose d'analogue pour conserver au cratère une forme régulière, c'est-à-dire qu'il fait tourner le charbon positif sur lui-même, doucement, uniformément, tout le temps que fonctionne la lampe, ce mouvement étant indépendant de celui qui, comme dans toutes les lampes à arc, fait avancer graduellement chaque électrode pour conserver le cratère au foyer du miroir, malgré l'usure du charbon. Il n'est pas besoin de rendre le charbon négatif tournant, puisqu'il ne participe pas à l'éclairage. La rotation du charbon positif ne saurait, à elle seule, empêcher le cratère de se déformer, pour la raison qu'elle ne supprime pas le ramollissement de la matière à l'extrémité du charbon. M. Sperry combat ce ramollissement en refroidissant, autant qu'il est possible et le charbon positif et le charbon négatif à leur partie antérieure. A cette fin, le corps de la lampe recèle un petit moteur électrique, actionnant, d'une part, le mécanisme servant à imprimer à l'électrode positive un mouvement de rotation continu, d'autre part, un ventilateur qui envoie de l'air, d'abord à l'intérieur des supports verticaux des charbons, puis dans le manchon qui entoure l'extrémité antérieure de chaque électrode. Ce manchon, de forme allongée, ren-



QUELQUES DÉTAILS EXTÉRIEURS DE LA CAGE DU PROJECTEUR SPERRY

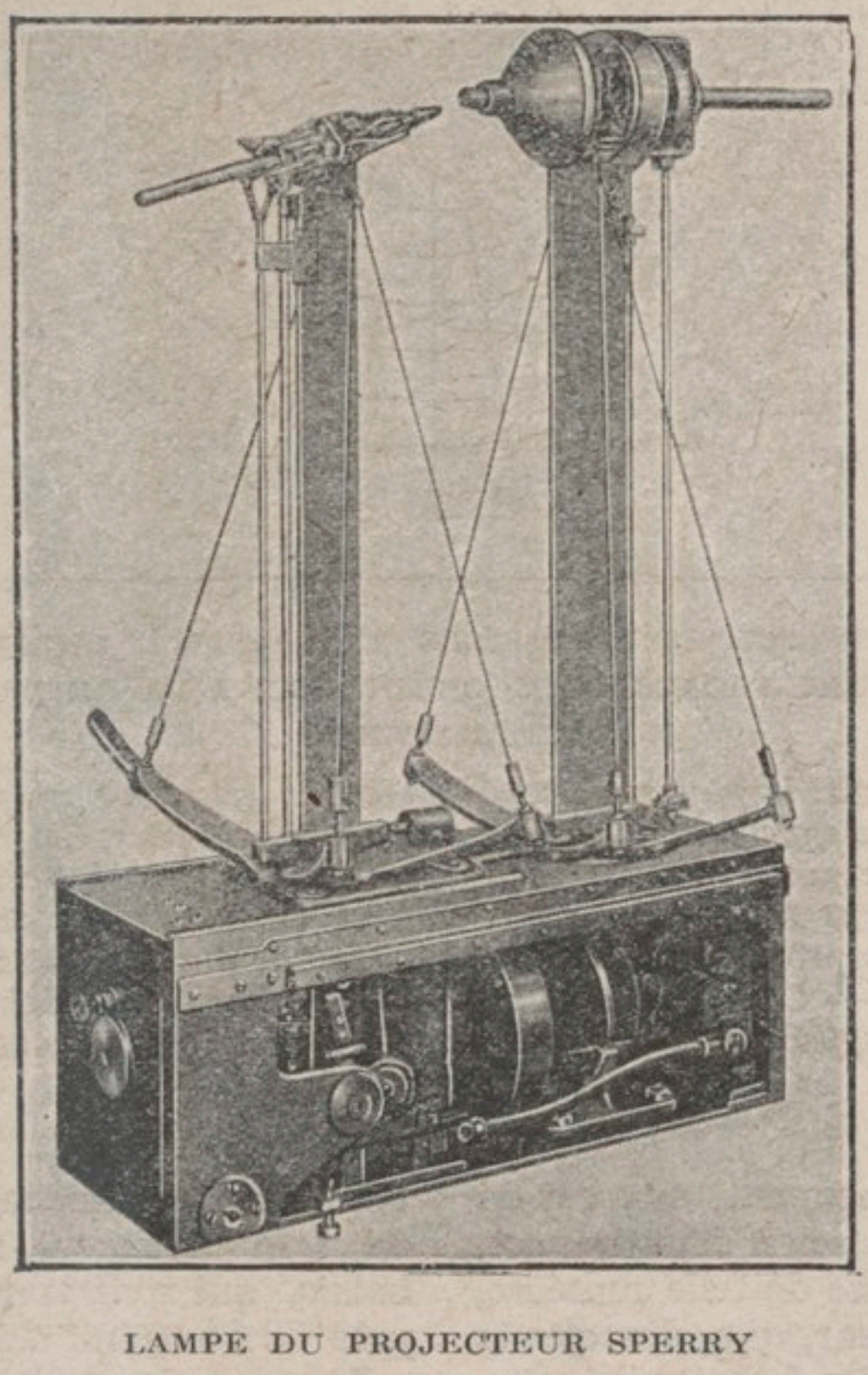
D'abord, au-dessus, on remarque la cheminée qui permet à l'air échauffé, aux gaz et aux particules solides engendrés par l'arc de s'échapper au dehors ; l'air frais est amené à l'intérieur par plusieurs fenêtres, dont une, très large, qui s'ouvre derrière le miroir. Au premier plan, on aperçoit le volant pour le pointage à la main, en hauteur, avec, au-dessus, un secteur gradué en degrés que peut parcourir un index. A droite, dans une petite boîte ad hoc, *se trouve un ampèremètre qui permet de contrôler l'arc électriquement, tandis qu'un viseur permet de le contrôler optiquement, par réflexion sur un verre dépoli, et qu'un autre viseur permet de l'observer directement, grâce à l'interposition d'un verre de couleur.*



COUPE DES MANCHONS-RADIATEURS ENTOURANT LES ÉLECTRODES DANS UN PROJECTEUR SPERRY, AVEC LE DESSIN DES ORGANES DE TRANSMISSION ET DE TRANSPORT DU COURANT

ferme à l'intérieur un radiateur en miniature dont les ailettes abandonnent au courant d'air une grande partie du calorique que leur communique le charbon échauffé ; l'air s'échappe ensuite à l'extérieur du manchon, c'est-à-dire dans l'atmosphère de l'arc, où il maintient en suspension une forte proportion des particules solides provenant de la vaporisation de la matière des charbons. Par conséquent, sans ce courant d'air opportun, les particules en question se déposeraient sur la glace du miroir dont elles diminueraient le pouvoir réflecteur.

Mais, objecterat-on, si la mèche ou l'âme de l'électrode positive a une rapidité de combustion plus grande que celle de la gaine en charbon, la production du gaz éclairant ne peut être uniforme, ni ne peut l'être, par conséquent, l'intensité de l'éclairage. Il se produit, en effet, des arrêts dans la production de ce gaz, arrêts d'une durée imperceptible, bien entendu, mais qui seraient suffisants pour troubler le fonctionnement et le rendement de l'appareil. Les arrêts en question ne sont, cependant, d'aucun inconvénient. En voici la raison : en brûlant, la substance de la mèche donne naissance à plusieurs fois son volume de gaz, par conséquent à plus qu'il n'en faut pour remplir le cratère. Cependant, plus léger que l'air, le gaz se diffuserait immédiatement si rien ne venait s'y opposer. Mais, précisément, quelque chose y fait obstacle et ce quelque chose est tout simplement la flamme du charbon négatif, flamme à peine lumineuse, extrêmement rapide et qui, dirigée sur l'orifice du cratère positif, maintient, au seuil de ce dernier, une pression suffisante pour ralentir la sortie des gaz.



LAMPE DU PROJECTEUR SPERRY

On aperçoit, dans le corps de la lampe, le moteur actionnant le ventilateur qui fait circuler de l'air frais autour des charbons.

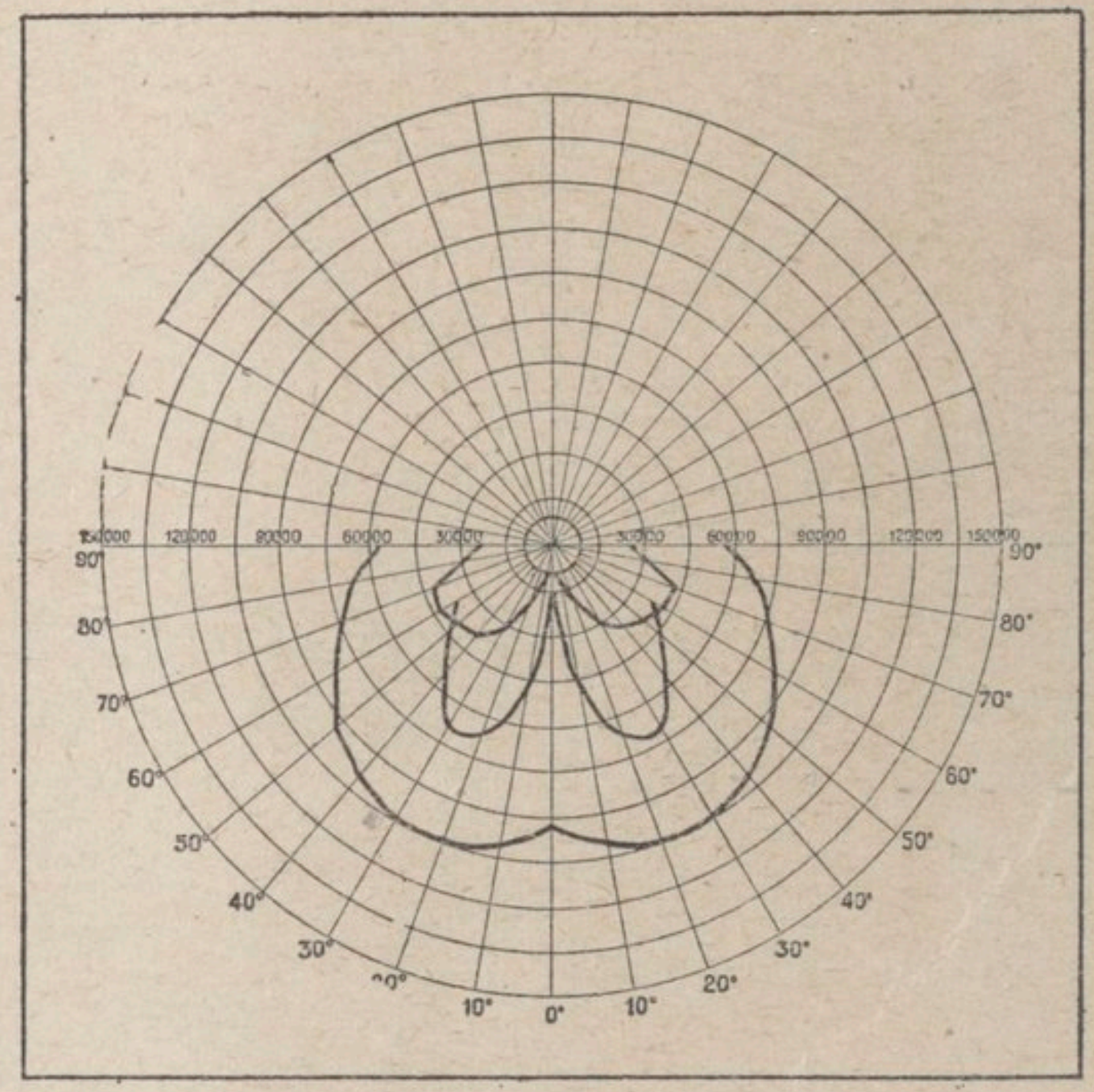
Comme la lampe de tous les projecteurs électriques modernes, celle de l'appareil Sperry renferme et comporte les dispositifs et mécanismes nécessaires pour allumer à la main ou automatiquement l'arc et régler de même l'écart des charbons pendant tout le temps du fonctionnement, en tenant

compte de la nécessité de les déplacer toujours l'un vers l'autre à des vitesses différentes, au fur et à mesure qu'ils se consument ; nous disons à des vitesses différentes parce que le charbon positif brûle beaucoup plus vite que le charbon négatif ; d'ailleurs, dans le projecteur Sperry, et en raison de sa nature spéciale, il se consume si rapidement, qu'on a dû percer la glace de la cage pour permettre de mettre en place un charbon de grande longueur. Nous avons vu, en outre, que la lampe renferme un ventilateur ; elle est munie aussi de tiges de transmission actionnant le dispositif qui commande la rotation du charbon positif. Le réglage de l'écart des charbons mérite une mention spéciale : il s'opère au moyen d'un thermostat, qui consiste en deux bandes d'un alliage très dilatable fixées à une extrémité et assujetties par l'autre à des leviers multiplicateurs. Ces leviers portent des contacts à leur extrémité libre qui, suivant la position qu'ils occupent, ouvrent ou ferment le circuit d'un relai. D'autre part, un petit miroir est disposé de telle manière, à l'intérieur du projecteur, que, dès que la position de l'arc ou mieux du cratère incandescent ne correspond plus exactement au foyer du miroir parabolique de l'appareil, il réfléchit un rayon de lumière, et, par conséquent, de chaleur sur les bandes métalliques du thermostat ; celles-ci se dilatent et ouvrent le circuit de l'électro-aimant relai qui, étant désexcité, agit de telle façon que les charbons sont rapidement rapprochés dans la direction du foyer ; quand l'arc est à nouveau en position correcte, le petit miroir ne réfléchit plus rien, les bandes du thermostat se contractent rapidement ; bref, les opérations inverses se produisent et l'avancement des charbons redevient tout à fait normal.

On voit par les gravures que le charbon négatif n'est pas en alignement avec le charbon positif, mais fait avec ce dernier, qui est horizontal, un angle de 15 degrés environ, ceci afin de dégager le plus possible le foyer incandescent. De même, pour diminuer l'ombre que porteraient les supports verticaux des charbons, ces supports sont très minces, ce qui a conduit à les faire un peu plus larges pour leur conserver la même résistance.

En arrière du manchon-radiateur entourant le charbon positif, se trouvent trois balais ou contacts à ressort qui assurent le transport du courant au charbon, lequel, ne l'oublions pas, tourne sur lui-même. Le système de refroidissement a permis de placer les balais, qui sont tous trois en argent, assez près de l'extrémité incandescente.

La cage du projecteur Sperry ne diffère pas sensiblement de celles des projecteurs perfectionnés ; on y remarque cependant, à l'extérieur, enfermé dans une petite boîte, sur un des côtés, un petit ampèremètre, sur le même côté, un viseur permettant d'observer l'arc par réflexion sur un verre dépoli, par conséquent sans fatigue ni éblouissement



COMPARAISON DES COURBES D'INTENSITÉ LUMINEUSE DE DEUX PROJECTEURS ORDINAIRES ET D'UN PROJECTEUR SPERRY

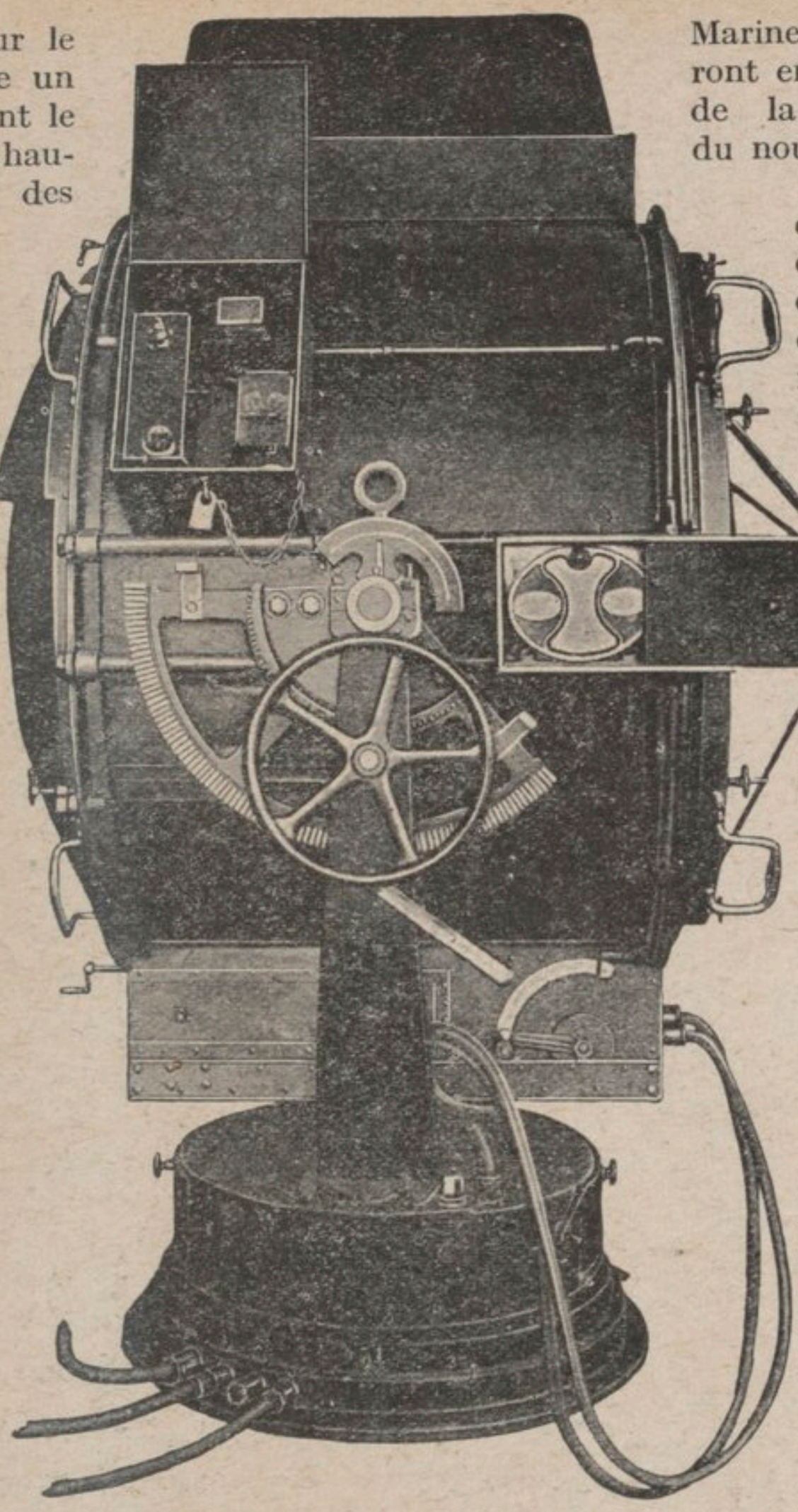
La courbe la plus rapprochée du centre est celle d'un projecteur du type ordinaire de 90 cm. ; celle la plus éloignée est fournie par l'intensité lumineuse d'un projecteur Sperry de 90 cm. et 150 ampères ; la courbe intermédiaire est celle donnée par un projecteur ordinaire de 1 m. 50 de diamètre et 200 ampères. — Ces courbes expriment les puissances d'éclairement en bougies anglaises. Cette unité photométrique vaut 1,01 bougie décimale.

de l'œil ; toujours sur le même côté, se trouve un large volant permettant le pointage à main, en hauteur, de l'appareil ; des poignées permettent également de pointer le projecteur en direction. Bien entendu, le pointage en hauteur qui permet une élévation de 90° ou une dépression de 30°, et celui en direction, qui couvre 360°, peuvent être réalisés mécaniquement au moyen des moteurs renfermés dans le socle, et commandés à distance. Une toile métallique protège le miroir contre les particules incandescentes qui pourraient tomber dessus lorsque l'appareil est déplacé en hauteur de 45 degrés.

Pour conclure, voici quelques données comparées des intensités lumineuses des arcs électriques : nombre de bougies par millim. carré :

1. Filament de tungstène des lampes à incandescence dites « à filaments métalliques » : 2,4 à 5,4 ; 2. Le même filament dans une atmosphère d'azote : 10 à 20 ; 3. Tungstène à la température de fusion (3.500° C.) : 72 ; 4. Arc ordinaire (charbons purs) 10 à 100 ; 5. Cratère du charbon positif : 50 à 90 ; 6. Centre du cratère, moyenne : 150 ; 7. Moyenne pour l'arc du projecteur Sperry : 500 ; 8. Soleil, deux heures après son lever : 500.

Les résultats de quelques essais officiels effectués récemment pour le compte de la Marine américaine, donneront enfin une idée exacte de la réelle supériorité du nouveau projecteur.



LE PROJECTEUR SPERRY DERNIER MODÈLE

On remarque, à droite, dans une boîte dont le couvercle est à dessein tiré, un voltmètre et un ampèremètre se présentant sous la forme d'un instrument unique mais à double graduation ; au centre, se trouve un secteur gradué de 0 à 40° dans un sens, et de 0 à 90° dans l'autre, pour indiquer l'inclinaison du tambour de l'appareil dans le pointage en hauteur ; le secteur denté et le volant n'entrent en jeu que dans la commande à main du pointage en hauteur ; dans la grande boîte visible en haut et à gauche, sont groupés des viseurs pour l'observation de l'arc, lequel est également réfléchi sur un verre dépoli, et un manipulateur qui permet de régler avec facilité la longueur de l'arc suivant les observations faites « de visu ».

Avec un appareil de 90 centimètres de diamètre, on a pu éclairer une cible éloignée de 7 à 8.000 mètres et, avec un appareil de 1 m. 50, on a pu effectuer un tir à la distance de 10.000 mètres. Il s'en faut de beaucoup que des résultats semblables aient jamais pu être obtenus avec les projecteurs ordinairement employés.

Dans la guerre actuelle, les projecteurs jouent un rôle considérable, bien que les fusées éclairantes leur aient été substituées sur certains points du front. Ils servent à découvrir les masses ennemies qui se meuvent dans l'obscurité et permettent d'obtenir des repères précis pour les tirs de nuit. Leur emploi a surtout été généralisé pour la chasse aux avions et aux dirigeables qui évoluent dans les ténèbres, et c'est grâce à eux qu'un certain nombre de zeppelins purent être descendus par les batteries anti-aériennes. Les autos-projecteurs, que nous avons déjà eu l'occasion de décrire, rendent des services inappréciables, car leur mobilité leur permet de suivre, en quelque sorte, les appareils ennemis qui nous menacent.

CHARLES BROCOT.

Nos grands Chefs militaires

LE GÉNÉRAL MAISTRE, COMMANDANT L'ARMÉE DE L'AISNE

Il a été élevé à la dignité de grand-officier de la Légion d'honneur avec le motif suivant : « Dans la préparation d'opérations récentes a montré comme chef d'armée les plus hautes qualités militaires et fait preuve d'une expérience consommée. A rompu les forces adverses dans une bataille supérieurement conduite qui a procuré à nos troupes pleines d'ardeur et de confiance les plus brillants trophées. »

NOUVELLES VICTOIRES SUR LE FRONT OCCIDENTAL

Trois faits dominent la période militaire d'octobre à décembre : la rupture par l'armée du général Maistre de la charnière du système défensif allemand à l'ouest du Chemin-des-Dames et le recul consécutif de l'ennemi au delà de l'Ailette ; les progrès laborieux de nos alliés anglais le long de la crête de Passchendaele, progrès à la vérité encore insuffisants au regard du but stratégique poursuivi, le rejet de l'adversaire vers la plaine de Roulers ; enfin, une tentative de percée, d'un style tout à fait nouveau, exécutée par une autre armée britannique, dans la région du Cambrésis.

La première et la deuxième de ces opérations, la première surtout, se réclament de la doctrine du martèlement, du tir d'artillerie intense et ne visaient qu'un objectif limité ; la troisième et dernière, au contraire, représentait une méthode inédite d'enfoncement au moyen d'une offensive camouflée, procédant par effets de surprise, sans préparation d'artillerie, et où les tanks, employés en masse, mais avec méthode pour faire office de béliers, jouaient un rôle capital.

Nous résisterons à la tentation d'opposer les deux écoles l'une à l'autre. Encore que l'expérience du général Byng ait paru concluante, il n'est rien moins que sûr qu'elle soit applicable à tous les secteurs du front.

Le recul allemand derrière l'Ailette.

Dans l'après-midi du 23 octobre, un timide communiqué nous apprenait que ce même matin, à 5 h. 15, nos troupes s'étaient portées à l'assaut des puissantes positions ennemies d'Allemant et de la Malmaison, et qu'elles avaient largement progressé. Le soir même, le bulletin prenait l'ampleur qui convenait et montrait aux moins avertis qu'il s'agissait d'une affaire d'importance, puisque 7.500 prisonniers et 25 canons figuraient au tableau.

Les positions à enlever étaient celles qui avaient résisté à tous nos efforts lors des offensives du 16 avril et du 5 mai. Or, l'ennemi, se maintenant sur le plateau en pente que domine la butte du fort de la Malmaison, gardait des vues sur nos organisations ce qui, en rendant précaire notre installation sur la partie ouest du Chemin-des-Dames, lui permettait une guerre d'usure devenue intolérable. Conquérir ce massif, c'était retourner les rôles. L'armée du général Maistre, à qui fut dévolue cette tâche, s'en acquitta à la perfection.

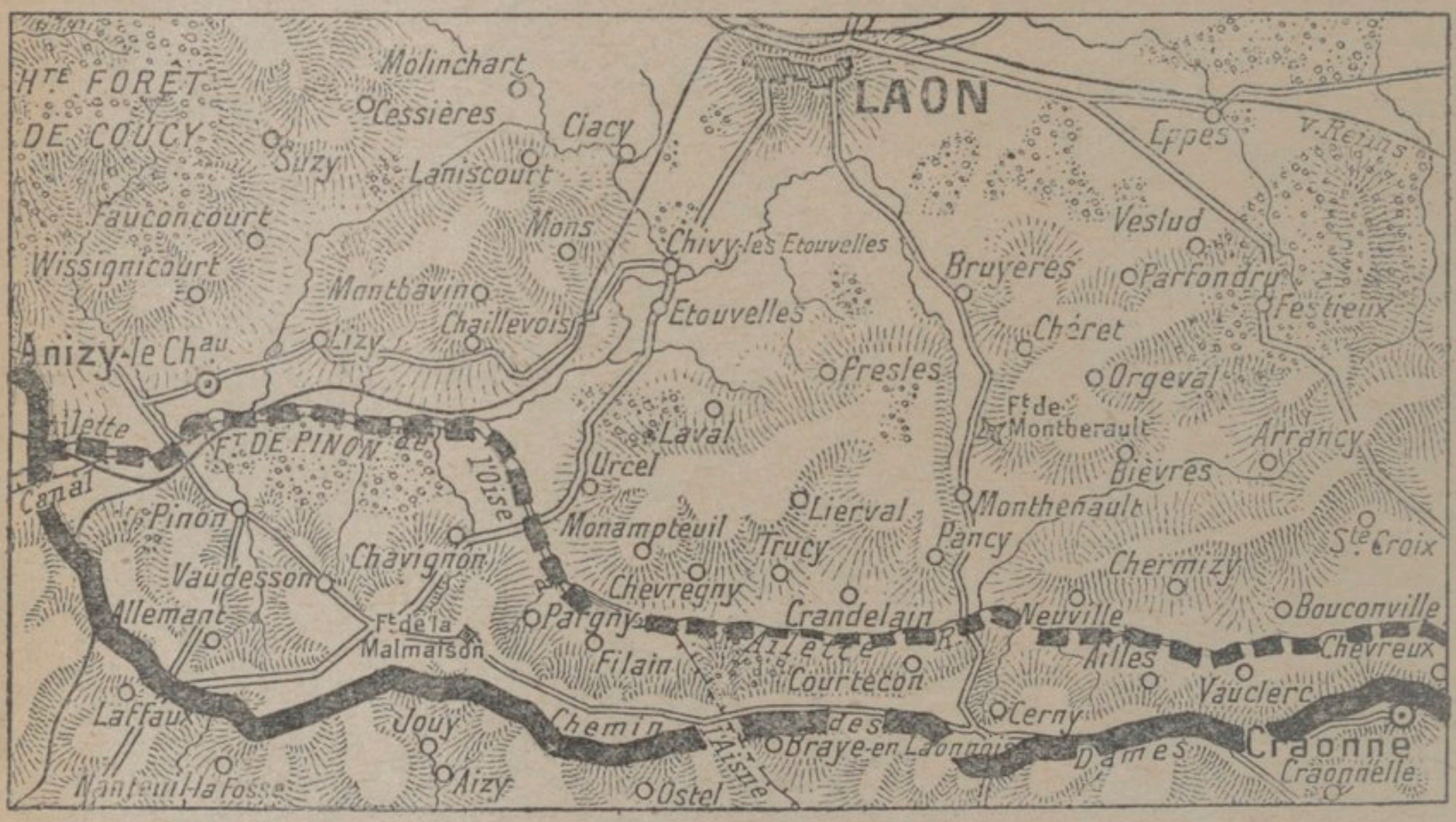
La préparation d'artillerie, commencée le 17 octobre et prolongée au delà du terme prévu à cause des mauvaises conditions atmosphériques, peut passer pour un modèle du genre. Jamais encore il n'y avait eu sur un champ de bataille pareille concentration de feux, avec toute la gamme des canons, sans en excepter les 400 qui furent d'un secours précieux pour l'écrasement des carrières et des creutes où s'abritaient depuis de longs mois une bonne partie des forces allemandes.

LE GÉNÉRAL BRISSAUD-DESMAILLETS
Commandant une division sur le front de l'Aisne.

Sur les douze kilomètres du front d'attaque, compris entre la ferme Moisy et l'Epine de Chevregny, avaient pris position de gauche à droite : les 14e, 21e, 11e corps et des éléments du 30e.

Le 14e avait pour mission d'attaquer les deux branches du saillant de Laffaux. Il atteignit rapidement ses premiers buts. La résistance commença dans la région de la cote 156, mais, finalement, le 30e parvint à s'en rendre maître pour encercler ensuite Allemant par le nord. Pendant ce temps, le 75e s'emparait du mont de Laffaux et de la carrière de Fruty. Secondé par des chars d'assaut, le 140e nettoyait le bois de Saint-Guillain de ses nids de mitrailleuses, et, somme toute, à midi, le 14e corps tenait tous ses objectifs à l'exception du bois 160, que la 28e division devait enlever le jour suivant.

Au centre, le 21e corps mettait en ligne deux divisions, la 13e et la 43e, qui, par extraordinaire, trouvèrent en face d'elles des divisions portant les mêmes numéros, avec en surcroît des forces empruntées à la 2e division de la garde. A 6 heures, la ferme de la Malmaison était prise de haute lutte par le 31e bataillon de chasseurs, et, trois quarts d'heure après, les premiers objectifs du 21e corps étaient partout atteints. A 9 h. 15, l'attaque reprenait. Les fameuses carrières de Montparnasse, malgré leur effondrement partiel, constituèrent un morceau dur à enlever. Cependant, vers 10 h. 30, le 1er bataillon de chasseurs en vint à bout, en faisant



FRONT DE DÉPART DE L'ATTAQUE DU 23 OCTOBRE 1917 ; ▬ ▬ ▬ NOUVELLES POSITIONS OCCUPÉES EN AVANT PAR LES TROUPES FRANÇAISES

de nombreux prisonniers dans ces souterrains qui auraient pu abriter 10.000 hommes. Puis le 21e régiment enleva Vaudesson, et, à 14 heures, les chasseurs du 1er bataillon s'emparaient magnifiquement de Chavignon, extrême objectif de l'attaque.

A la droite opérait le 11e corps, soit la division Guyot de Salins et la division Brissaud-Desmaillets. La première avait une rude tâche. C'est le bataillon Giraud (4e zouaves) qui devait enlever le fort de la Malmaison. D'un seul élan, il se rua sur l'ouvrage en franchissant le fossé profond qui subsistait devant les ruines, et mettait hors d'affaire les mitrailleurs qui défendaient l'ouvrage. Pendant ce temps, Marocains et tirailleurs encerclaient les carrières de Bohery et, à une heure de l'après-midi, atteignaient la briqueterie de Chavignon.

Les chasseurs à pied de la division Brissaud-Desmaillets eurent une œuvre peut-être encore plus difficile à accomplir. Ils devaient enlever Panthéon, les Bovettes, la carrière de Tonnerre et le village de Pargny-Filain. La résistance énergique de l'ennemi, le bombardement intense auquel ils furent soumis arrêtèrent leur progression. Ils firent cependant 2.500 prisonniers et prirent une quinzaine de canons de divers calibres.

Non seulement l'ennemi est littéralement écrasé par nos feux, mais il est battu après nous avoir opposé ses meilleures troupes. Le 24, il met ses réserves en ligne, mais ne fait qu'augmenter ses pertes. Sa situation à Pinon devient intenable et il n'a plus qu'une préoccupation : celle de sauver le plus grand nombre de canons. Le 25 octobre, les 14e et 21e corps attaquent face au nord. Pinon, le mont des Singes, la forêt de Pinon sont à nous et nous atteignons le canal de l'Aisne ; le 26, c'est le village de Filain qui tombe à son tour comme tombent la Royère et l'Epine de Chevregny. Le 27, nous nous emparons de la ferme Froidmont et nos troupes bordent le canal de l'Oise à l'Aisne jusqu'au sud du bassin d'alimentation.

Après s'être fait anéantir ou capturer les sept divisions qu'ils avaient en ligne, fait écharper vainement cinq divisions de renfort, enfin perdu le formidable bastion que représentait le quadrilatère Allemant-Vaudesson-Chavignon-fort de la Malmaison, les Allemands ne pouvaient plus réagir. La partie était irrémédiablement perdue pour eux, et ils dégagèrent aussitôt les conséquences de la fâcheuse situation où ils se trouvaient. Dès le 30 octobre, ils se préoccupèrent de rompre le contact en reportant leur ligne au delà de l'Ailette, sur le second plateau

parallèle à celui dont nous étions désormais les maîtres, mais plus découpé que ce dernier.

Le communiqué du 2 novembre au soir annonçait que, sur un front d'une vingtaine de kilomètres, depuis la ferme Froidmont jusqu'à l'est de Craonne, l'adversaire abandonnait le Chemin-des-Dames auquel il se cramponnait depuis six mois. Le jour suivant, on apprenait que l'ennemi s'était replié sur la rive nord de l'Ailette, après avoir coupé précipitamment ponts et passerelles.

Des esprits chagrins ont estimé que nous aurions pu mieux exploiter encore ce remarquable succès et convertir en désastre le recul de l'ennemi au moment où, en plein désarroi, il évacuait la zone marécageuse de Pinon. Mais sur quelles données se fondent-ils? Certes, si l'armée en liaison à gauche avec l'armée Maistre eût pu utilement intervenir, le haut commandement n'eût pas manqué de la mettre en mouvement.

Dans la catégorie des opérations à objectifs limités nulle n'a donné encore pareils résultats. Une avance en profondeur de 5 à 6 kilomètres, près de 12.000 prisonniers de tous grades, 200 canons lourds et de campagne, 220 canons de tranchées, 720 mitrailleuses, voilà des chiffres qui nous paraissent suffisamment éloquents pour faire taire, au moins momentanément, toutes les critiques.

Les fluctuations de la bataille de Cambrai.

Le 20 novembre au soir, les bulletins anglais nous apprenaient que la 3e armée britannique, placée sous le commandement du général Byng, avait attaqué sur un certain nombre de points, depuis Fontaine-les-Croisilles, au nord, jusqu'à Saint-Quentin, et que, sans préparation d'artillerie, elle avait pénétré, sur une largeur d'une dizaine de kilomètres et sur une profondeur de six, dans les positions allemandes.

Cette offensive avait été montée dans le plus grand secret ; les travaux d'aménagement des voies, le transport du matériel nécessaire s'étaient faits de nuit, et quand, dans la matinée du 20, à 6 h. 15, le signal fut donné, l'effet de surprise escompté fut complet.

Derrière des files de tanks — on les estime de trois à quatre cents — étaient rangées les troupes, et ce n'est que quand les chars d'assaut se furent ébranlés que les canons anglais commencèrent à tonner.

Le véritable centre de l'action était la zone comprise entre Boursies et Gonnelieu. Pour passer, il fallait rompre le triple et parfois quintuple système de défense Hindenburg avec ses galeries et ses abris bétonnés, ses lignes de tranchées échelonnées en profondeur de 1.500 en 1.500 mètres et son réseau protecteur sans fin de fils de fer denticylés.

Sur de nombreux points, les tanks firent la brèche utile et les bataillons britanniques se portèrent en avant dans leur sillage. A droite, les positions dominantes de la Vacquérie et du bois Lateau, avec le hameau de Bonnavis qui le précède, furent rapidement enlevés. La crête de Welsh-Ridge avec ses formidables ouvrages, le bois du Cornillet, le village de Ribécourt, toutes positions représentant les avancées de cette forteresse dont Marcoing était le centre et dont l'ensemble était destiné à couvrir le cours de l'Escaut, furent plus durs à enlever. Plus au nord, des bataillons de territoriaux écossais se poussaient, au prix de rudes combats, jusqu'à Flesquières, et pendant que les territoriaux de Westriding s'emparaient du village d'Havrincourt, autre position dominante précieuse, les bataillons de l'Ulster, sur leur flanc gauche, remontaient lestement la rive ouest du canal du Nord.

GÉNÉRAL BYNG

Commandant les forces anglaises engagées dans la bataille de Cambrai.

Poursuivant rapidement leurs progrès, nos alliés enlevaient Anneux, Graincourt, Marcoing et le bois Neuf, et poussaient jusqu'à la route Bapaume-Cambrai, en même temps que d'autres éléments s'emparaient des passages du canal de l'Escaut, à Masnières.

Outre ces avantages considérables remportés le premier jour sur le théâtre principal de leur attaque, les Anglais entamaient fortement la ligne Hindenburg entre Fontaine-les-Croisilles et Bullecourt.

Le jour suivant, après une résistance désespérée, Flesquières tombait avec sa garnison de 2.000 hommes aux mains des Anglais. Noyelles était pris, Cantaing, de même. Des contingents de l'Ulster pénétraient dans Mœuvres, et le bois Bourlon était atteint à ses lisières sud et sud-ouest.

Surpris tout d'abord, l'ennemi fait flèche de tout bois, et renforce ses cinq divisions du début de réserves amenées d'un peu partout. Il lui importe surtout de garder Cambrai ; aussi bien, c'est dans cette direction qu'il commence à réagir, et il réussit, le 22, à rejeter de Fontaine-Notre-Dame les Anglais qui y étaient entrés le 21 au soir.

Cependant, les jours suivants, nos alliés

continuent à progresser. Le 23, ils parviennent à enlever les importantes crêtes de la région du bois Bourlon, mais à partir de ce moment des combats furieux s'engagent dans cette région, ayant pour enjeu le bois lui-même qui, malgré toutes les tentatives ennemies, reste aux Anglais, tandis que le village même de Bourlon va passer de main en main.

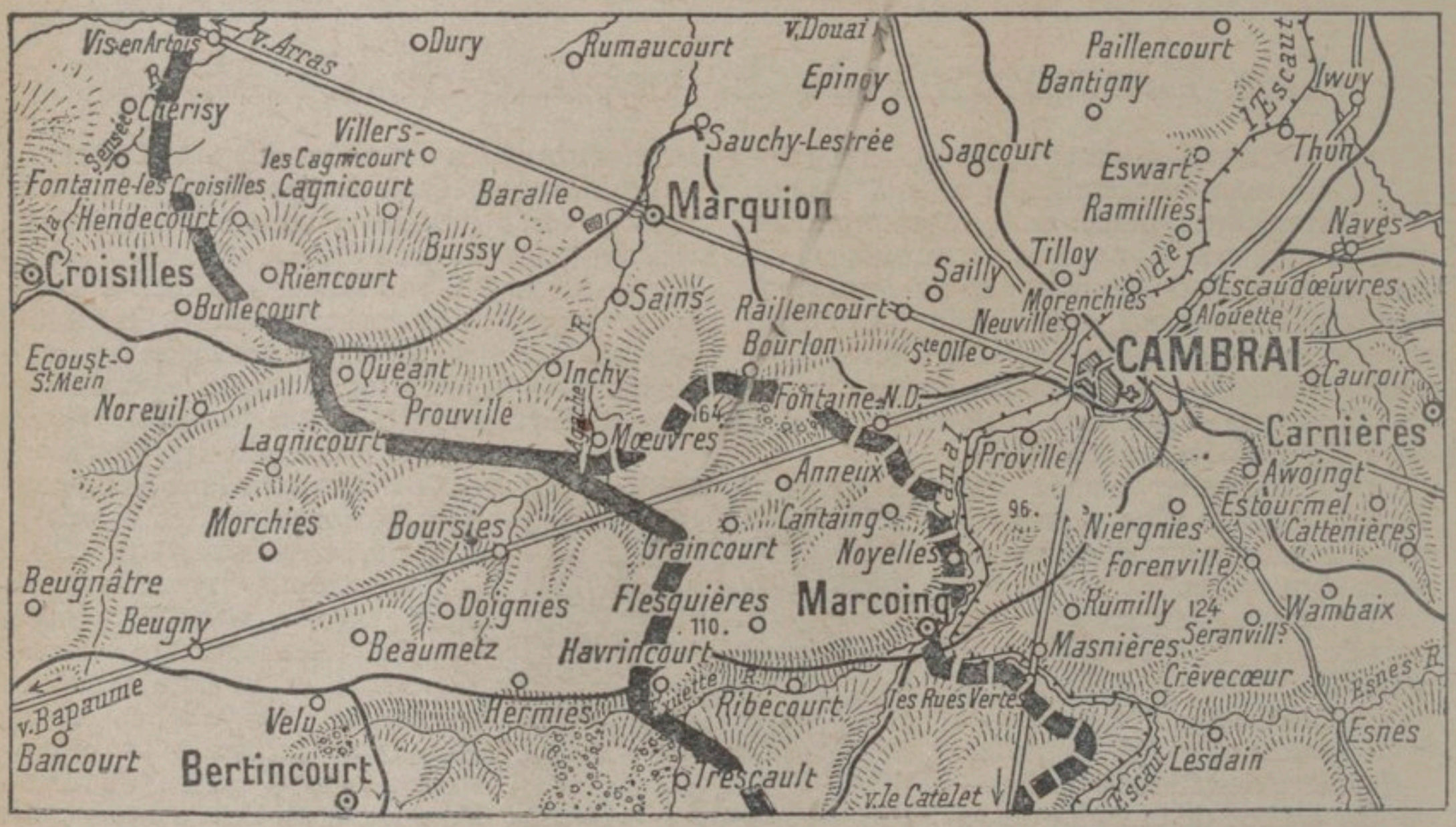
Ce n'est que dix jours après l'attaque du général Byng que le haut commandement allemand, qui s'est ressaisi, peut riposter par une contre-offensive puissante.

Le front anglais, à ce moment, formait un saillant accusé dans les lignes allemandes. La grande face de ce saillant, allant de Bourlon à Crèvecœur, tous les deux d'ailleurs à l'ennemi, mesurait douze kilomètres ; le flanc nord, de Bourlon à Mœuvres, mesurait six kilomètres ; le flanc sud-est, allant de Crèvecœur à Gonnelieu, sept kilomètres.

C'est sur les deux flancs que l'ennemi attaqua avec une impétuosité sans pareille.

Le flanc nord put heureusement résister aux assauts les plus furieux de l'ennemi. Il n'en fut pas de même du flanc sud-est, qui, pour des raisons encore mal déterminées et que l'emploi de liquides enflammés ne suffit pas complètement à expliquer, fléchit sous le choc. D'une ruée, les Allemands avancèrent de six kilomètres, atteignant la Vacquerie et Gouzeaucourt. Ils prétendent avoir, ce jour-là, fait 4.000 prisonniers et pris une centaine de canons. Le fait certain est que les Anglais réussirent à les arrêter et même à leur reprendre la Vacquerie et Gouzeaucourt, et que l'ennemi a dû, sous les feux de barrage britanniques, subir les pertes les plus élevées. En somme, la grande entreprise allemande du 30 novembre était un coup manqué. Cela se montra encore mieux le lendemain 1er décembre où Gonnelieu était repris et où les troupes du général von Marwitz ne conservaient plus de leur gain entre Masnières et Vendhuille qu'une bande variant de un à quatre kilomètres.

Cependant, le 3 décembre, les Allemands renouvellent leur tentative. Ils donnent une dizaine d'assauts à Masnières, et nos alliés, après avoir opiniâtrément défendu la position, passèrent le soir sur l'autre rive, aux Rues-Vertes, jugeant inutile de garder ce passage qui, après la perte du bois Lateau, au sud, était trop exposé aux feux convergents et meurtriers de l'adversaire.



POSITIONS DE DÉPART DES TROUPES BRITANNIQUES LE 20 NOVEMBRE 1917 ;
LE NOUVEAU FRONT ANGLAIS AU SUD-OUEST DE CAMBRAI LE 6 DÉCEMBRE

Le 4, nouvelles tentatives forcenées des Allemands entre Gonnelieu et Marcoing. Ils réussissent seulement, avec de grosses pertes, à reprendre la Vacquerie aux Anglais.

En somme, ils ont été forcés de jeter quelque vingt-cinq divisions dans la fournaise, et ce n'est probablement pas fini. Mais nos alliés les surpassent en ténacité et le dernier mot dans cette affaire, probablement grosse de conséquences, n'est pas dit.

Nous ajouterons que pendant le mois de novembre, nos alliés ont fait 11.550 prisonniers, et capturé 138 canons, dont 40 lourds, 303 mitrailleuses et 64 mortiers de tranchées, prises qui, pour la majeure partie, ont été faites dans le Cambrésis. Suivant leur habitude, tout en avouant leur échec, les Allemands ont dit qu'il était sans importance.

LA RUSSIE ABANDONNE LA LUTTE
LES ANGLAIS PROGRESSENT ENCORE
EN MÉSOPOTAMIE ET EN PALESTINE

Un cataclysme immense, que l'on pouvait pressentir depuis de longs mois, s'est produit sur les fronts orientaux : les éléments extrêmes des partis révolutionnaires russes, les maximalistes, l'ont emporté à Petrograd et dans un certain nombre d'autres villes. Le 7 novembre, ils ont renversé le gouvernement provisoire, présidé par M. Kerenski. Ce dernier, après avoir recouru aux troupes qui lui étaient restées fidèles, a été impuissant à ressaisir le pouvoir et a dû se résigner à disparaître. Le premier acte des chefs du mouvement, Lenine et Trotski, a été de proposer un armistice immédiat aux belligérants, et en particulier aux puissances centrales, qui se sont empressées d'accepter d'entrer en pourparlers.

La Russie abandonne donc la lutte. Les protestations de quelques généraux et hommes d'Etat patriotes ont été impuissantes à modifier les événements. L'ennemi, libéré de tout souci sur le front oriental, a commencé à amener en France et en Italie une partie des soixante-dix divisions qu'il était normalement obligé de maintenir en face des Russes pour les contenir.

Une autre conséquence douloureuse de la résolution des maximalistes, est l'abandon absolu où est réduite l'armée roumaine, à peu près privée de vivres et de munitions.

Les victoires remportées en Mésopotamie et en Palestine par les armées britanniques atténuent les ombres de ce tableau : elles ne suffisent malheureusement pas à les effacer.

La débâcle de l'ancien empire des tsars

La disparition du gouvernement de Kerenski n'a pu surprendre que les observateurs inattentifs. Dès les premiers jours de la révolution russe, la dualité de pouvoir se manifesta entre ce gouvernement, composé en majeure partie de parlementaires, et le Soviet, cet étrange conseil des délégués des ouvriers et des soldats, qui avait présidé à l'insurrection et qu'il laissa subsister en même temps que lui.

OULIANOF, DIT LENINE
Chef du parti maximaliste.

Les maximalistes purent, à leur aise, prendre leurs dispositions pour renouveler et réussir le coup d'Etat qui avait échoué en juillet. Ils étaient sûrs, cette fois, de l'emporter. Dès le début, la flotte de la Baltique qui, ancrée à Cronstadt, n'avait envoyé que deux ou trois cuirassés tels que le *Césarevitch* et le *Slava*, escortés de quelques torpilleurs, pour défendre les îles d'Œsel et de Dago, tandis que les dreadnoughts restaient au port, était acquise au parti de Lenine La garnison de Petrograd, d'un effectif considérable, lui fut, à son tour, entièrement gagnée du jour où le ministre de la Guerre parla de l'envoyer au front. Kerenski avait, le 7 novembre, tenté de résister au Palais d'Hiver. Un bataillon de femmes et une centaine d'élèves officiers (junkers) paraissent avoir été ses seuls défenseurs. Parti pour le quartier général afin d'en ramener des troupes fidèles, il parvint jusqu'à Tsarskoïé-Sélo, et de là, marcha sur Petrograd. Mais avant d'entrer dans la capitale, il s'attarda en négociations qui permirent aux maximalistes de se ressaisir. L'armée du

GÉNÉRAL KALEDINE
Ataman général des cosaques.

dictateur fut battue, ou plutôt se dispersa, après une mêlée des plus confuses. Kerenski, lui-même, prit la fuite, et, dans la première semaine de décembre, l'on ignorait totalement où il se pouvait trouver.

Lenine était vainqueur. Qu'il ait été de connivence avec l'Allemagne, intéressée à désarmer et à émietter la Russie, c'est ce qui résulte des documents publiés en juillet-août par le gouvernement de Kerenski, et notamment d'une instruction du procureur général de Petrograd. Son premier soin fut de faire des propositions de paix aux empires centraux. Le généralissime Doukhonine ayant refusé de transmettre les offres d'armistice au commandement en chef ennemi, fut destitué et remplacé par l'aspirant Krylenko, qui dut prendre possession du Grand Quartier général par la force. Le général Doukhonine fut assassiné par les soldats rebelles. Sur ces entrefaites, Krylenko avait invité l'Allemagne et l'Autriche à lui envoyer des émissaires qui s'abouchèrent avec les siens propres le 2 décembre. Il fut question de conclure un armistice de dix jours, mais les pourparlers furent interrompus pour être repris la semaine suivante. Le 15, un armistice de vingt-huit jours était signé.

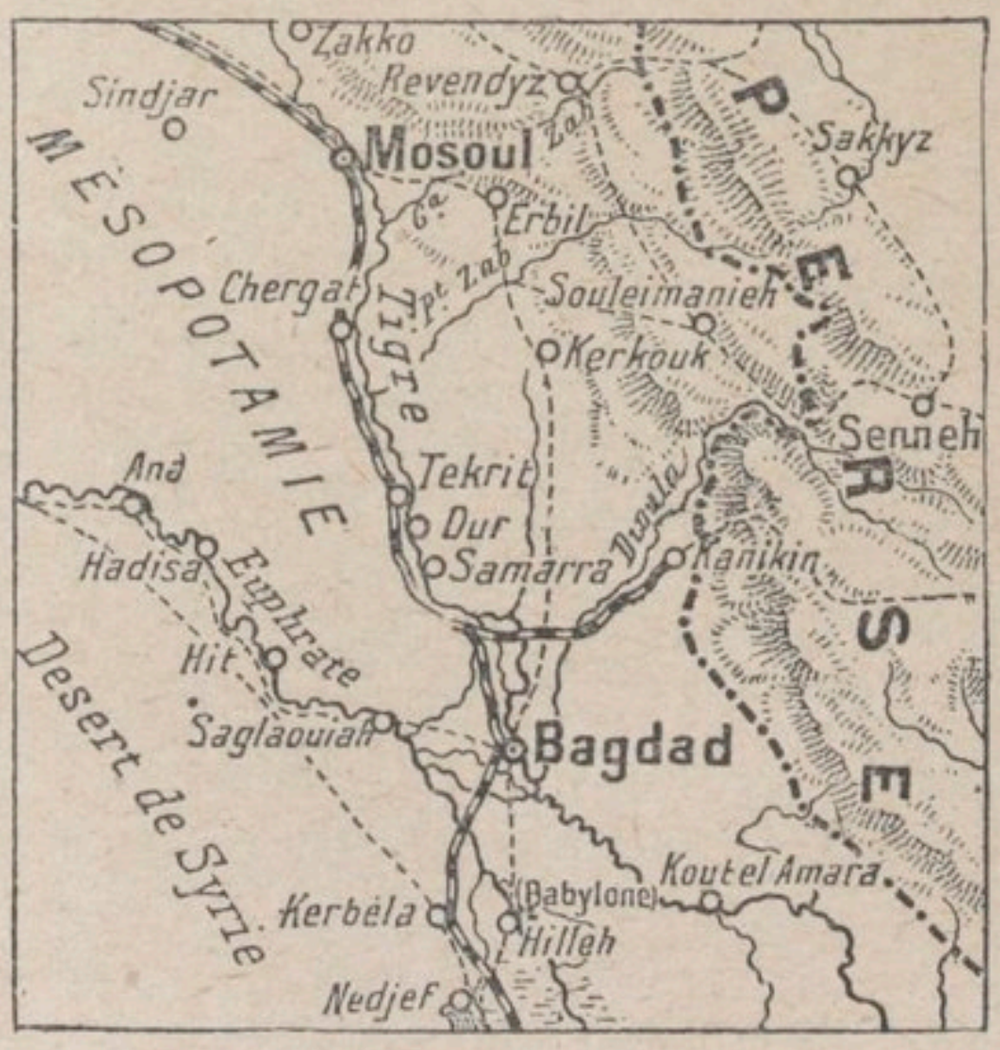
Lenine a proclamé la liberté de toutes les nationalités de la Russie. La Finlande s'est déclarée indépendante. Dans le Sud, deux organisations encore élémentaires se trouvent en présence : les Cosaques, qui ont choisi pour « ataman » le général Kaledine (le vainqueur de Loutzk, et l'un des meilleurs lieutenants de Broussilof pendant l'offensive de 1916), et la Rada, ou Assemblée de l'Ukraine, qui s'est réunie à Kiew. Les Ukrainiens prétendent s'adjuger des provinces que les Cosaques revendiquent et qu'ils semblent disposés à défendre. Qui peut dire comment ces conflits se termineront ?

Cependant l'armée roumaine et l'armée russe de Tcherbatchef, impuissantes, se virent contraintes de conclure également l'armistice. Le général Berthelot, au nom de la mission militaire française qui reste attachée à nos alliés du Danube, a protesté contre les propositions de paix séparée faites par le gouvernement de Lenine. Trotski, commissaire aux Affaires étrangères, a destitué tous les ambassadeurs et consuls russes qui ont refusé de reconnaître l'autorité des révolutionnaires, maîtres du pouvoir.

Brillantes conquêtes britanniques en Orient

Les armées britanniques de Mésopotamie et d'Egypte ont remporté de brillants succès, qui ont immensément élargi le cercle des opérations de la première autour de Bagdad et amené la seconde au delà de Jérusalem, après la prise heureuse de cette ville.

En Mésopotamie, sir Frédérick Stanley Maude s'était établi sur les deux fleuves jumeaux, le Tigre et l'Euphrate, pour maîtriser les routes par lesquelles les forces turques doivent nécessairement passer si elles veulent tenter de ressaisir Bagdad. Il avait occupé sur l'un Samara, sur l'autre Ramadié, tandis qu'à sa droite il se couvrait fortement sur la Dja'a, dans la direction de la frontière persane. Les lignes avancées britanniques décrivent ainsi une circonférence d'une centaine de kilomètres de rayon autour de la capitale de la Mésopotamie. Le commandant en chef résolut de pousser plus avant. Au début de novembre, il lança une colonne qui, de Samara, remonta le Tigre jusqu'à Tekrit, à 185 kilomètres de Bagdad. Après un premier succès remporté près de Dur, les forces anglo-indiennes attaquèrent, le 6 novembre, les Turcs dans une forte position retranchée en avant de Tekrit. Cette petite ville ne compte guère que quatre à cinq mille âmes, mais c'est le seul point de quelque importance qui se trouve le long du Tigre entre Samara et Mossoul. Conformément à la tactique classique dans ces contrées, l'infanterie indienne attaqua de front les tranchées, pendant que la cavalerie exécutait un mouvement tournant sur l'aile droite de l'ennemi. A la nuit, les Turcs, complètement battus, se retirèrent précipitamment, en faisant sauter trois dépôts de munitions et brûler quelques dépôts d'approvisionnements. Plusieurs centaines de prisonniers et un important matériel de guerre furent néanmoins capturés.



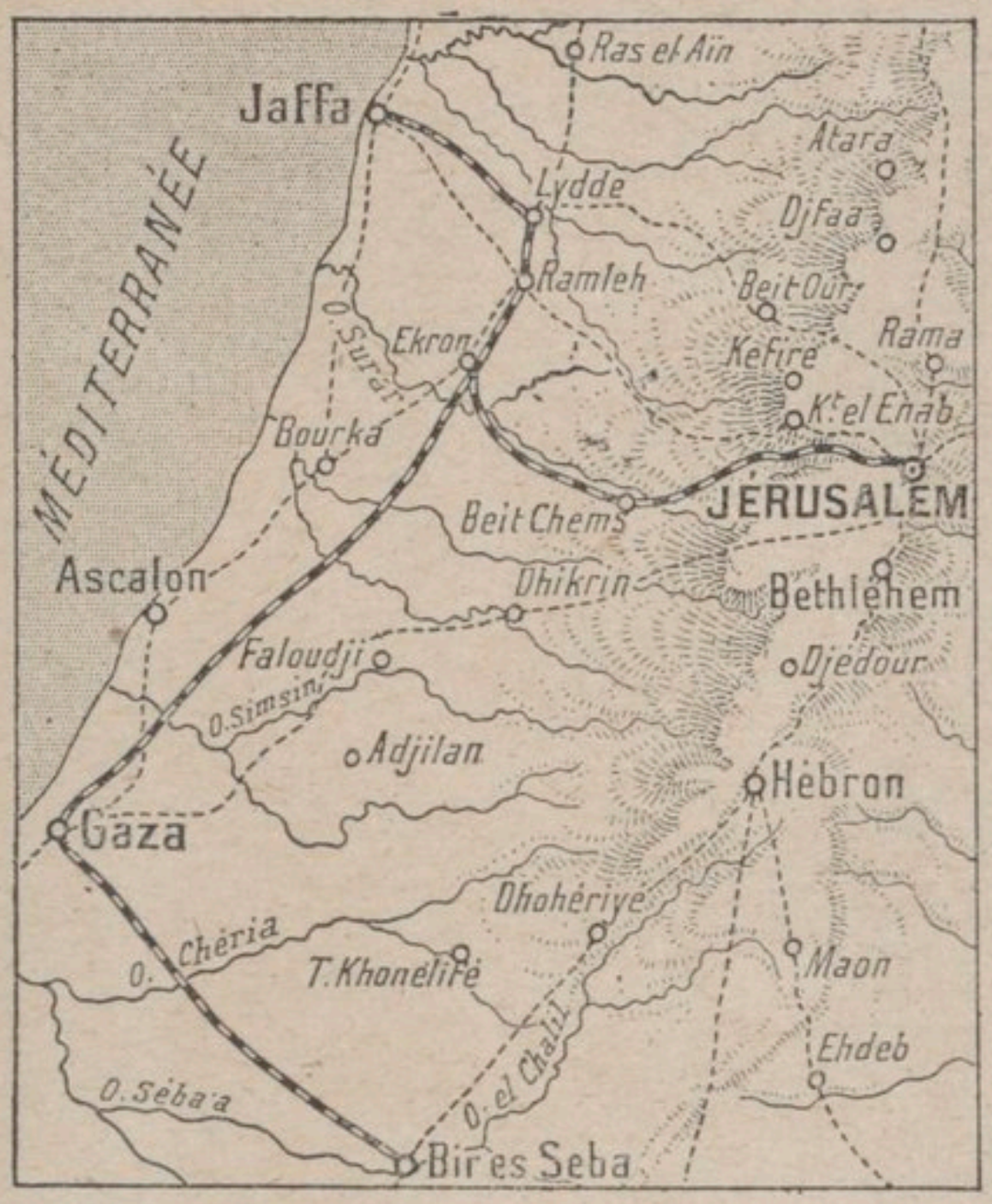
LA RÉGION ENTRE BAGDAD ET MOSSOUL

Malheureusement, quelques jours après cette nouvelle victoire, le général sir Stanley Maude, atteint d'une fièvre maligne, succombait brusquement à Bagdad. Il n'avait

que cinquante-trois ans. L'armée britannique fait en lui une grande perte. Il avait montré de sérieuses qualités d'organisateur en reconstituant complètement les bases d'opérations de l'armée de Mésopotamie ; ensuite, à l'attaque de Kut-el-Amara qui fut le premier et le plus essentiel de ses succès, il avait déployé un brillant talent de manœuvrier.

Plus importante encore que celle de Mésopotamie, a été l'avance qu'à peu près à la même date l'armée d'Egypte a réalisée en Palestine. Le général sir Edmund Allenby avait, au mois de juin dernier, succédé, à la tête de cette armée, au général sir Archibald Murray. Le nouveau commandant en chef venait de quitter, en France, le commandement d'un corps d'armée (qui, entre parenthèses, échut, après lui, au général Byng, l'auteur du raid sur Cambrai). Le 31 octobre, il portait à l'armée turco-allemande du général Kress von Kressenstein un coup terrible en s'emparant de Bir-Seba, base de l'armée ennemie. Bir-Seba, reliée à Jérusalem et à Damas, par voie ferrée, est à une vingtaine de kilomètres au sud-est de Gaza. C'est de ce point qu'au mois de mars une contre-attaque énergique était venue menacer la droite anglaise pendant que la gauche et le centre attaquaient Jaffa. D'importants dépôts d'armes et de munitions ainsi que d'énormes quantités de subsistances et de matériel avaient été accumulés sur ce point.

Bir-Seba prise, Gaza devait vite succomber. Elle était emportée, après un court assaut, le 7 novembre. Désormais, les Anglais tenaient la clef de la Palestine. Les Turcs, dans une retraite précipitée, se rabattirent en deux colonnes, le long de la mer, sur Jaffa, et, dans l'intérieur du plateau de Judée, sur Jérusalem. L'aile gauche anglaise, poursuivant et bousculant la première, entrait le 9 novembre dans Ascalon, et le 17, dans Jaffa. Le centre et la droite progressaient en même temps : l'un atteignait le chemin de fer de Bir-Seba à Jérusalem en avant d'Hébron ; l'autre menaçait la retraite de la deuxième colonne turque en occupant la ligne de Jaffa à Jérusalem à la hauteur de Ramleh. A la fin de novembre, les forces britanniques investissaient Jérusalem par l'ouest et le sud-ouest. Elles ne se trouvaient qu'à une dizaine de kilomètres de la Ville Sainte. Mais les Turcs, qui avaient d'abord paru se résigner à la perte de l'antique capitale de la Judée, avaient, au dernier moment, amené des renforts. Ils contre-attaquèrent et retardèrent ainsi l'heure de la prise de la ville. Le 7 décembre, les Anglais s'emparèrent de Hébron, ville de 22.000 habitants, à 36 kilomètres de Jerusalem.

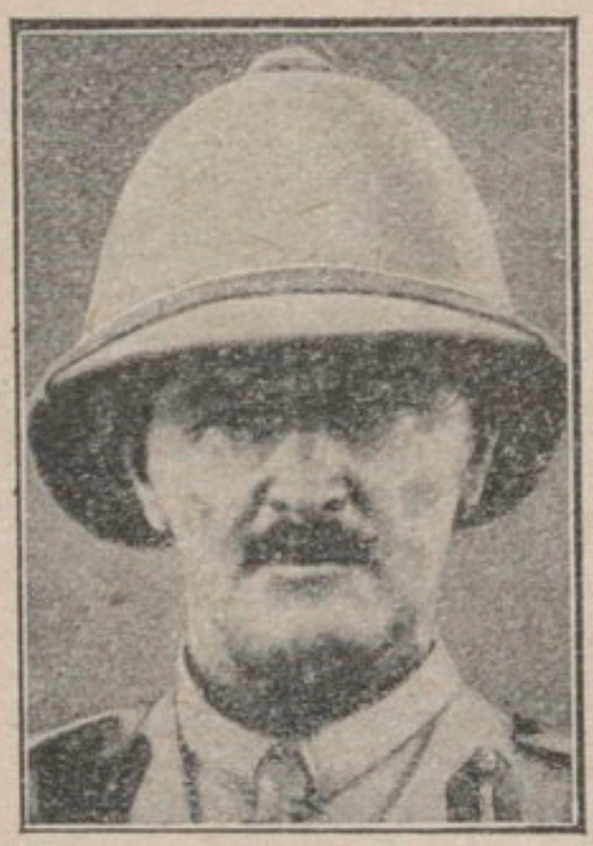


LE THÉATRE DES BELLES VICTOIRES BRITANNIQUES EN PALESTINE

Enfin, le 10, les troupes du général Allenby pénétraient dans la ville antique qui fut le berceau du christianisme. Ce fut un grand enthousiasme en Angleterre. Le lendemain, le commandant en chef des forces britanniques faisait solennellement son entrée dans Jérusalem. Il assurait aussitôt la protection des Lieux-Saints, de concert avec les représentants des gouvernements français et italien, et faisait afficher sur les murs de la ville la proclamation suivante en trois langues :

« *Aux habitants de Jérusalem la Sainte et à la population habitant à proximité de la ville.*

« Les défaites infligées aux Turcs par les troupes qui se trouvent sous mon commandement ont amené l'occupation de votre cité par nos forces ; je la déclare en conséquence soumise à la loi martiale sous l'administration de laquelle elle restera aussi longtemps que la situation militaire l'exigera. Cependant, et pour que vous ne soyez pas alarmés en raison de l'expérience que vous avez de l'ennemi qui vient de se retirer, je vous informe que c'est mon désir que toute personne poursuive ses



GÉNÉRAL ALLENBY

Commandant en chef les forces anglaises en Terre-Sainte.

occupations habituelles sans crainte de dérangement et sans aucune inquiétude.

« De plus, votre cité étant considérée avec respect par les adhérents de trois des grandes religions de l'humanité, et son sol ayant été consacré par les prières et les pèlerinages de multitudes de gens pieux de ces trois religions pendant de nombreux siècles, je désire en conséquence vous affirmer que tous les bâtiments sacrés et les Lieux-Saints, les chapelles, les reliques et tous les endroits de réunion habituelle pour des prières, appartenant, sous quelque forme que ce soit, à l'une des trois religions, seront maintenus et protégés selon la coutume traditionnelle et les croyances sincères de ceux pour la foi desquels ces endroits ont été reconnus sacrés.

« Des gardiens ont été placés à Bethléem et auprès du tombeau de Rachel. Le Haram d'Hébron a été également placé sous le contrôle exclusif des musulmans.

« Les gardiens habituels des fondations pieuses et des portes du Saint-Sépulcre ont été priés de poursuivre leur œuvre, en souvenir de l'acte magnanime du khalife Omar, qui protégea cette église. »

Au cours de cette campagne, les forces ennemies, s'élevant à environ 50.000 hommes, ont été aux trois quarts détruites. Elles ont laissé aux mains de nos alliés près de 18.000 prisonniers. Les troupes turques comprenaient notamment le 15e corps, retiré du front de Galicie et que l'état-major allemand avait concentré à Alep pour le diriger sur Bagdad.

Gal DJEMAL PACHA

Gouverneur militaire de la Syrie, rappelé puis mis en disgrâce par le sultan.

VON KRESSENSTEIN

Le général allemand qui commande les troupes turques en Palestine.

Les Alliés sur le front macédonien

L'ARMISTICE projeté sur le front russe a fait naître quelques appréhensions pour l'armée Sarrail à Salonique. On a pu croire, non sans raison, dans certains milieux, qu'après avoir châtié l'Italie, « l'alliée félonne », les empires centraux n'auraient rien de plus pressé que d'aller restaurer dans les Balkans leur prestige, terni par la déchéance de Constantin. Ce projet présente, en effet, bien des attraits pour le kaiser, que la déposition de son beau-frère a profondément humilié, et que sa restauration comblerait de joie. En dehors de la question dynastique, l'opération serait bonne en cas de succès pour l'influence allemande, qui régnerait ainsi en maîtresse dans toute la péninsule balkanique. Au point de vue militaire, le coup se recommande également : il serait indiqué, pour nos ennemis, de jeter à la mer l'armée Sarrail, pendant que la presque totalité des forces bulgares peut être lancée contre elle, et avant que l'armée de Venizelos, reconstituée et réorganisée par la mission française du général Braquet, ne soit prête à entrer dans la lutte. Ces trois ordres de considération sont trop puissants pour ne pas retenir l'attention. Il faut donc s'attendre à une offensive des coalisés centre-orientaux contre Salonique et se préparer à la repousser. Si elle ne se produisait pas, c'est que l'ennemi ne pourrait, au dernier moment, disposer des effectifs, des munitions et du matériel nécessaires.

L'armée Sarrail a déjà pris ouvertement quelques dispositions en vue d'une défense rationnelle. Elle a retiré, à son extrême gauche, les avant-gardes qu'elle avait lancées dans la vallée du Skoumbi, après la prise de Pogradek, sur la rive ouest du lac d'Ochrida. Les Bulgares ont transformé cette retraite volontaire en un triomphe pour leurs armes. Ils ont le succès facile. Les autres mesures prises par le commandement allié sont entourées du secret indispensable. Jusqu'ici, les Bulgaro-Austro-Allemands n'ont pas montré une très grande énergie dans leurs tentatives : ils sont dans l'expectative.

La prompte réorganisation de l'armée grecque importe au premier chef au succès de nos armes. C'est pourquoi le voyage de M. Venizelos à Rome, à Paris et à Londres doit nous intéresser au premier chef. L'éminent homme d'Etat est venu demander des vivres pour ses compatriotes, de l'argent pour leurs troupes. D'après ses déclarations, celles-ci ont déjà sur le front 60.000 hommes provenant des anciens volontaires. L'armée une fois réorganisée comptera 300.000 baïonnettes. Mais il lui faut les équipements et le matériel nécessaires pour qu'elle entre en ligne. L'appoint que nous vaudrait un tel renfort mérite bien que l'on fasse diligence.

L'OFFENSIVE AUSTRO-ALLEMANDE SUR LE FRONT ITALIEN

Après la victoire italienne sur le plateau de Bainsizza, les Autrichiens se trouvèrent obligés de donner rapidement de l'air à l'armée de Boroevic, qui résistait difficilement à la pression de nos alliés depuis qu'elle n'était plus fortement protégée par l'Isonzo.

Une offensive générale fut donc combinée, pour faire suite à une campagne perfide et énergique de défaitisme menée pendant une longue période par des myriades d'espions austro-allemands, secondés par l'introduction sur le front italien de nombreux libellés tendancieux.

GÉNÉRAL CAPELLO

Commandant la deuxième armée italienne.

L'attaque, précédée d'une formidable préparation d'artillerie, fut déclenchée le 24 octobre. Les effectifs comprenaient 350 bataillons autrichiens et 22 divisions allemandes, dont 12 en réserve, sous le commandement du général Otto von Below, renforcés d'un certain nombre de divisions turques et bulgares.

Le secteur choisi était compris entre Plezzo et Tolmino. A la faveur d'un épais brouillard, le passage de l'Isonzo fut forcé par l'ennemi, qui faisait un large usage d'obus à gaz asphyxiants et lacrymogènes.

Devant ce coup de bélier, le général Cadorna fit replier ses lignes. Le plateau de Bainsizza fut évacué, ainsi que Gorizia, et, désormais, les Italiens furent contraints de se battre sur leur propre territoire.

Le choc allemand avait surtout porté sur la deuxième armée, commandée par le général Capello, mais qui était malade à Venise au moment de l'attaque et dont la mort avait même été annoncée par erreur lors de la grande offensive qui avait rendu nos alliés maîtres du plateau de Bainsizza.

La troisième armée, postée sur l'Isonzo inférieur, et commandée par le duc d'Aoste, fut un moment gravement exposée, mais les pertes affectèrent surtout la deuxième armée, dont la majeure partie tomba aux mains des Autrichiens placés sous le commandement de l'archiduc Eugène (première armée) et du lieutenant-général von Krobatin (seconde armée).

La retraite, exécutée sous une formidable pression de l'ennemi, fut très dure pour les Italiens, mais elle se poursuivit avec ordre, même après la chute de points d'appui importants tels qu'Udine. L'artillerie lourde franco-anglaise fut sauvée ainsi qu'une grande partie de celle des Italiens ; seule une certaine quantité de canons légers dut être abandonnée aux mains de l'ennemi.

GÉNÉRAL DUC D'AOSTE

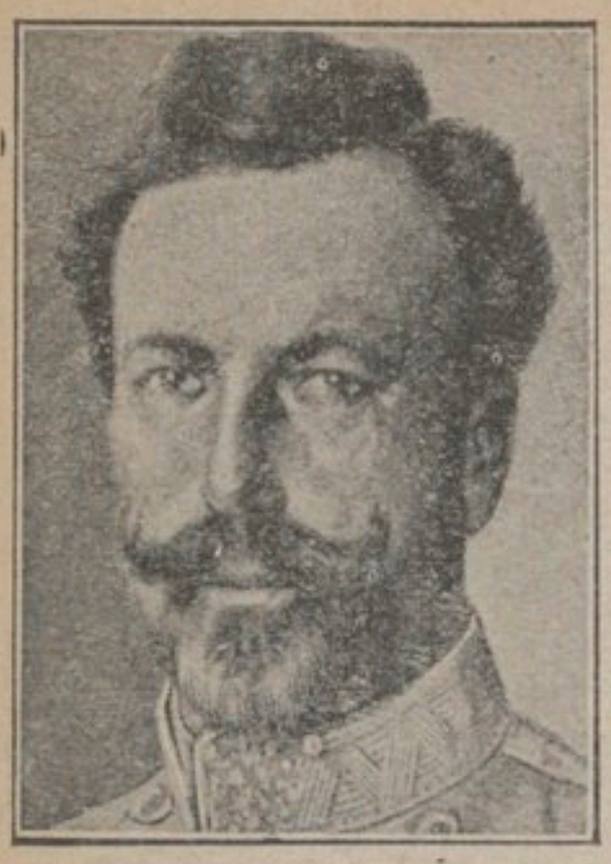
Commandant la troisième armée italienne.

GÉNÉRAL VON BELOW

Commandant l'armée allemande qui coopère avec les forces autrichiennes.

Le Tagliamento, d'abord grossi par des pluies, puis resté bientôt presque à sec, ne constituait pas une ligne de défense suffisante, surtout en cas d'une nécessité aussi urgente, qui rendait impossible l'organisation des rives en vue d'une défense prolongée. La troisième armée, aidée par quelques divisions de cavalerie et par l'aviation, s'était efforcée de protéger la retraite, mais il devint bientôt évident que le Tagliamento n'arrêterait pas longtemps les Allemands.

Dès que l'annonce de la gravité de la situation était parvenue en France et en Angleterre, les deux Premiers, MM.



ARCHIDUC EUGÈNE

Commandant la première armée autrichienne.

Painlevé et Lloyd George, étaient partis pour Rome afin de s'entendre avec M. Orlando et le général Cadorna sur les mesures à prendre pour rendre efficace l'aide des Alliés aux armées italiennes, sérieusement menacées.

Aux premières heures du danger, des troupes franco-anglaises avaient été expédiées en Lombardie et défilaient le 3 novembre à Brescia. Les généraux Foch et Robertson, après s'être également rendus à Rome, prirent part aux conférences de Rapallo (entre Gênes et la Spezzia) où ils retrouvèrent M. Lloyd George accompagné des généraux Smuts et Wilson ainsi que MM. Painlevé, Franklin-Bouillon et Barrère, ambassadeur de France près le Quirinal. L'Italie était représentée à ces importants pourparlers par MM. Orlando, Sonnino et par les généraux Alfieri, ministre de la Guerre, Porro, sous-chef d'état-major.

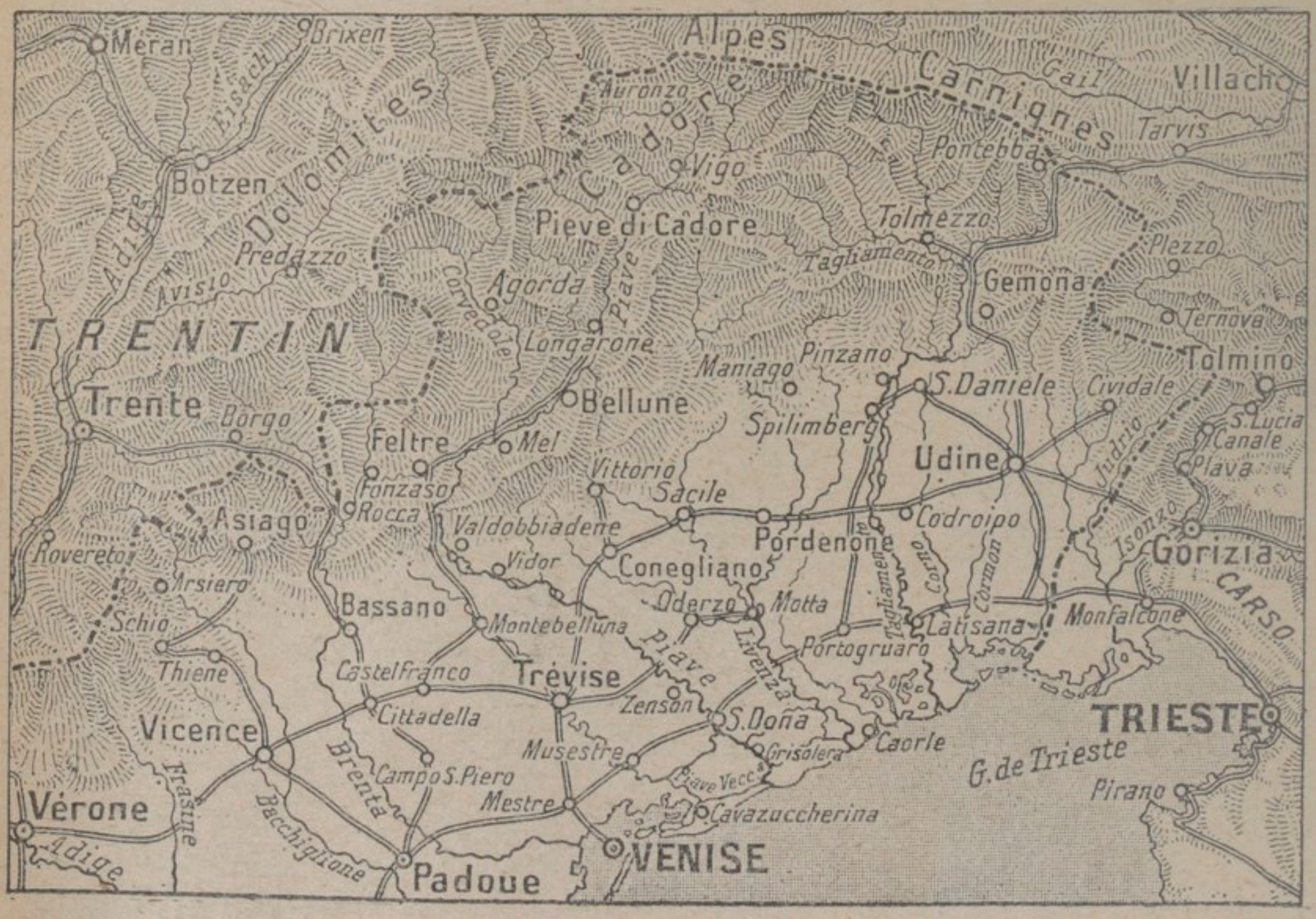
La conclusion fut la création immédiate d'un conseil suprême politique interallié pour tout le front occidental, assisté d'un comité militaire permanent siégeant à Versailles et composé comme suit : le général Foch pour la France, le général Wilson pour l'Angleterre et le général Cadorna pour l'Italie.

Ce dernier fut remplacé comme généralissime par le général Diaz. Le lieutenant général Pietro Badoghio et le général Gaetano Giardino furent nommés chef et sous-chef d'état-major.

GÉNÉRAL VON KROBATIN

Commandant la deuxième armée autrichienne.

Pendant ce temps, la résistance italienne s'organisait sur la Piave, le long d'un front raccourci partant du plateau des Sette-Comuni, pendant que les alliés français et britanniques poursuivaient la constitution de leurs renforts sous le commandement des généraux Fayolle et Plumer, tous deux bien connus par leurs exploits dans la Somme et

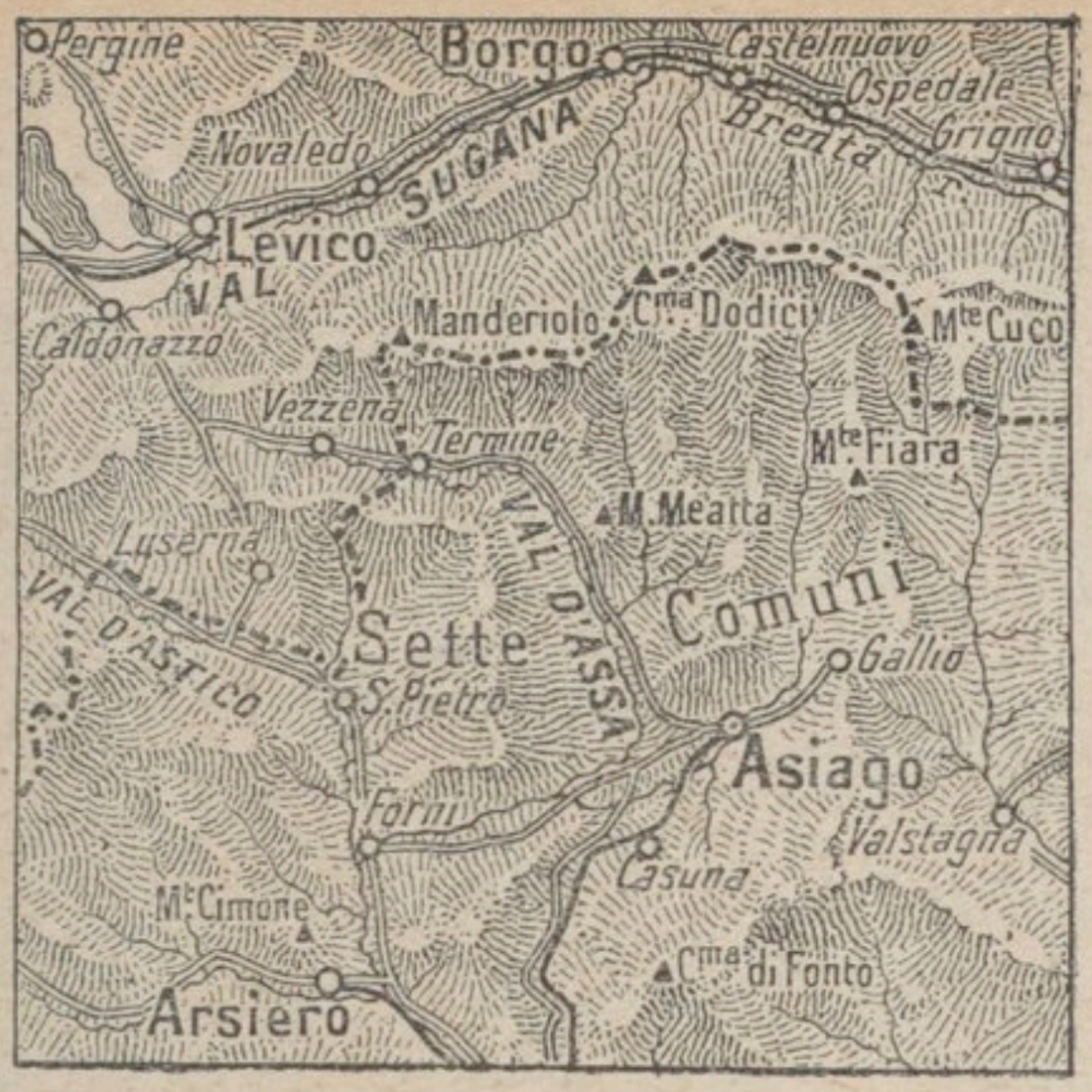


LA RÉGION SUR LAQUELLE SE SONT RUÉES LES ARMÉES DES EMPIRES CENTRAUX

dans les Flandres.

Le plateau d'Asiago avait été enlevé par l'ennemi, qui se trouvait devant Feltre, et une armée autrichienne, sous la direction de Conrad von Hoetzendorf, cherchait à atteindre les débouchés menant directement dans la plaine du val Sugana, sur la haute Brenta.

Venise, après avoir été un moment menacée par l'armée Boroevic, fut sauvée par l'inondation. Les Hongrois qui composaient cette force n'ont pu avancer au milieu des lagunes, où ils étaient décimés par l'artillerie de terre, soutenue au moyen d'une attaque par mer menée par des monitors anglais.



LE VAL D'ASSA ET LE PLATEAU DES SEPT-COMMUNES (SETTE COMUNI)

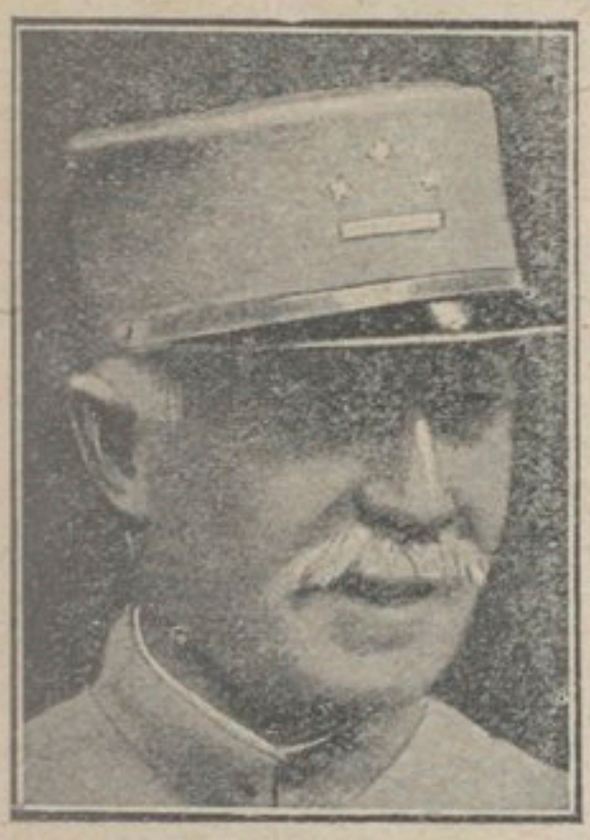
L'ennemi faisait alors porter son principal effort entre la Brenta et la Piave, mais l'armée italienne, reformée, s'était ressaisie.

Elle résiste aujourd'hui énergiquement, pendant que de fortes armées françaises et anglaises se concentrent en arrière afin de briser l'attaque austro-allemande.

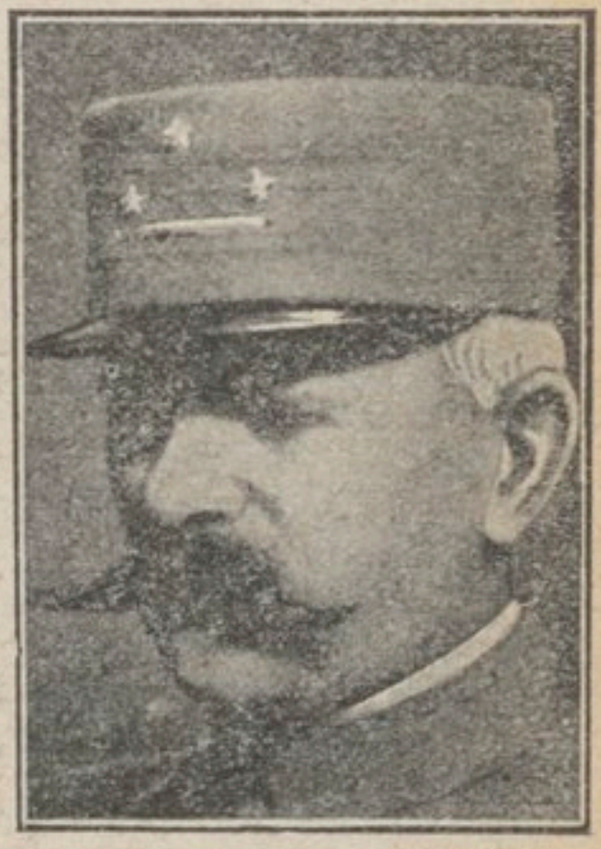
Une violente bataille se livra ensuite pour la possession du contrefort central du monte Grappa, qui barre la vallée comprise entre la Brenta et la Piave, entre monte Monfenera et monte Tomba. Les divisions ennemies lancèrent, du 18 au 20 novembre, des attaques compactes, sans cesse reprises par des troupes fraîches, afin d'enlever le barrage de Quero. Une colonne autrichienne, forte de 10.000 hommes, fut employée pour forcer la route et la voie ferrée entre la Piave et le Monfenera, dans la direction de Quero. Il est probable que les Austro-Allemands, tout en lançant des attaques sur leur front avancé, se fortifient en arrière, sur la ligne du Tagliamento, afin de consolider leur résistance quand ils auront à subir la pression des trois armées alliées. Des milliers de civils et de prisonniers ont été dirigés, à cet effet, sur la rivière pour y travailler à l'établissement d'une ligne Hindenburg, sous la direction de troupes du génie austro-allemandes.

Heureusement, le but de l'ennemi n'a pas été atteint en ce qui concerne le désordre qu'il comptait introduire dans l'arrière-pays, afin de supprimer la résistance italienne, comme il venait de réduire à néant celle des armées russes. Le pays tout entier s'est levé pour protester contre la ruine de ses espérances, qui aurait été aussi celle d'une cinquantaine d'années d'efforts accomplis en vue de pouvoir un jour reprendre Trente et Trieste et de voir l'Italie définitivement consacrée comme grande puissance.

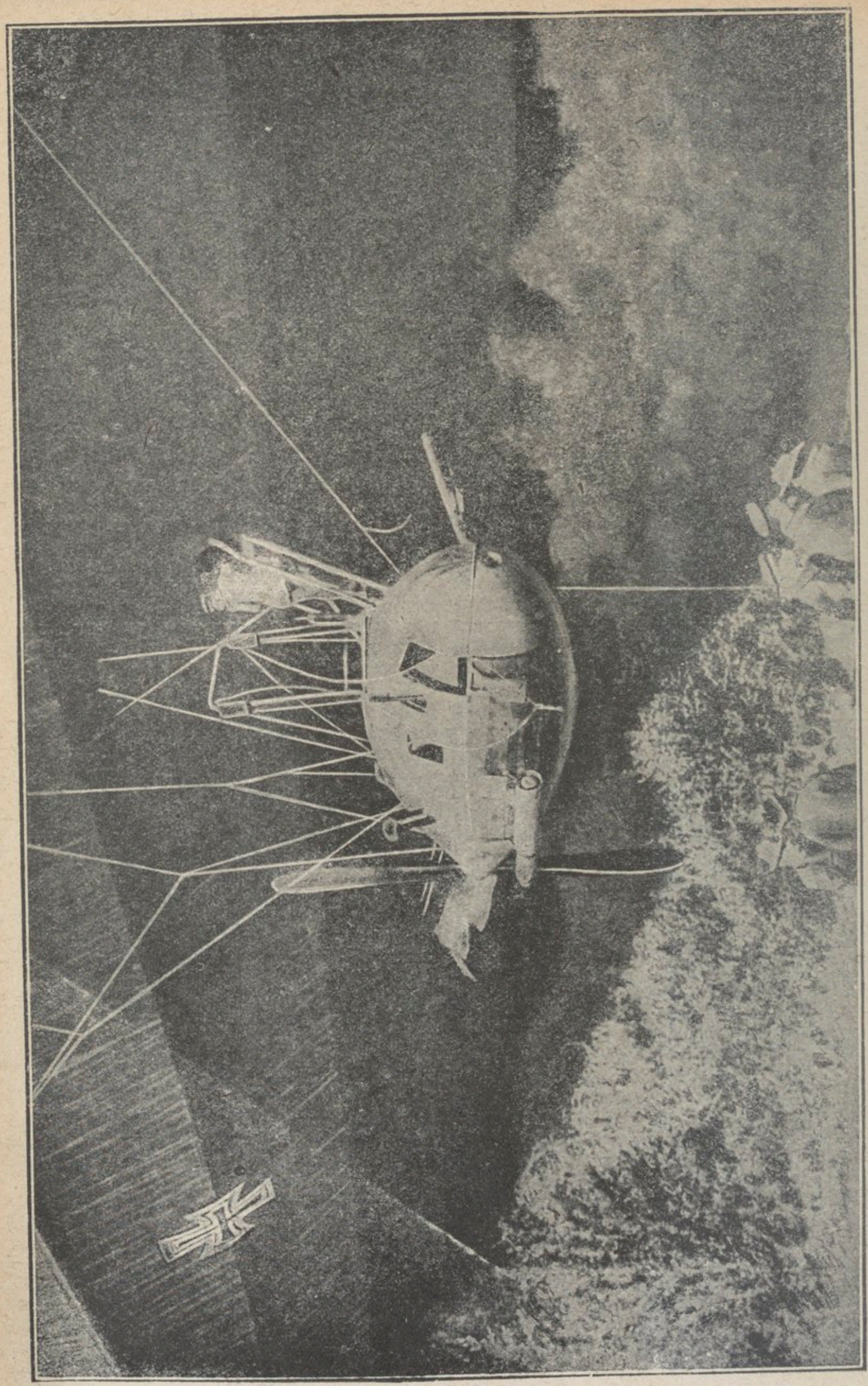
Un mois après l'accident qui avait amené le fléchissement du front, l'armée italienne, consolidée et toujours vaillante, commençait à contre-attaquer en attendant qu'une marche en avant générale puisse refouler l'ennemi au delà des frontières. Au bout de neuf jours de trêve sur le haut plateau d'Asiago, le maréchal Conrad a déclenché, le 6 décembre, une nouvelle offensive, soutenue par une nombreuse artillerie. Un bombardement intense bouleversa les tranchées taillées dans le roc par les Italiens, puis les kaiserjäger attaquèrent le monte Zomo, et, plus tard, le secteur monte Tondarecar-monte Bardenecche. Le commandement italien rectifia alors sa première ligne, mais les colonnes d'attaques ennemies avaient subi de lourdes pertes, car cinq divisions allemandes avaient été engagées à fond dans cette l'affaire.



GÉNÉRAL FAYOLLE
Commandant en chef le corps expéditionnaire français dans la Haute-Italie.



GÉNÉRAL DUCHÊNE
Commandant l'une des unités françaises envoyées au secours des Italiens.



L'UNE DES NACELLES LATÉRALES DU ZEPPELIN L-49 ABATTU PRÈS DE BOURBONNE-LES-BAINS DANS LA MATINÉE DU 20 OCTOBRE 1917

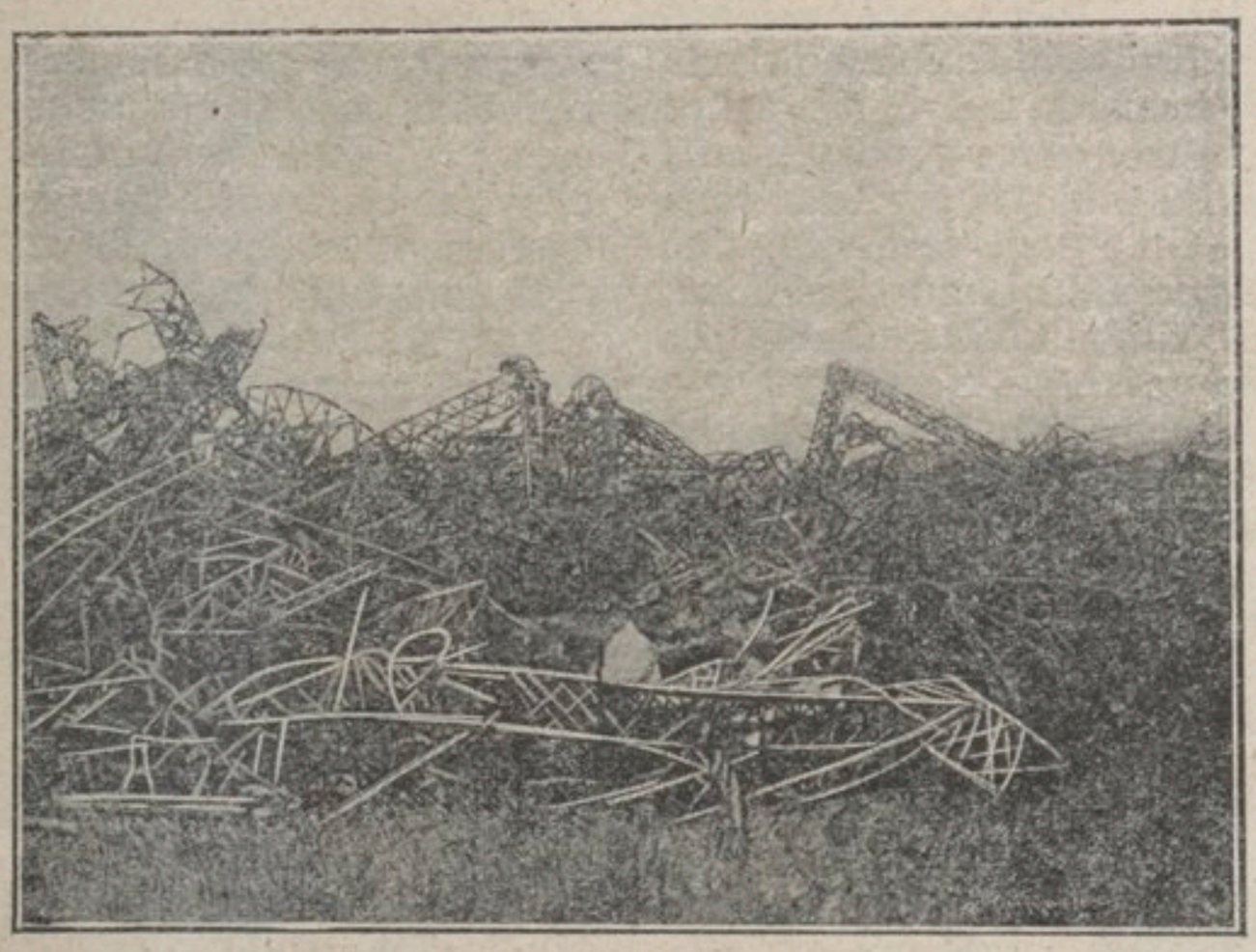
LES HAUTS FAITS DE LA GUERRE AÉRIENNE

Les communiqués quotidiens témoignent de l'activité et du courage des aviateurs alliés, mais il serait fastidieux d'énumérer ces combats du front, qui se ressemblent tous, et qui exigent tous les mêmes qualités d'audace et de sang-froid.

La faillite des zeppelins s'est développée. Quant aux avions, les massacres de femmes et d'enfants n'ont eu d'autre effet que celui de rendre plus énergique et plus farouche encore la résolution des Alliés de poursuivre la guerre jusqu'à la victoire complète.

Comme toujours, c'est vers l'Angleterre que se sont dirigés de préférence les appareils ennemis. Détruire Londres, terrifier la nation britannique, tel est le rêve maladif des Allemands. On sait qu'ils parvinrent, au cours des mois de juillet, août et de septembre, à tuer chez nos voisins et amis beaucoup de personnes inoffensives. Pendant la dernière période, ils ont été moins heureux, peut-être parce que la défense était plus sévèrement organisée. Quoi qu'il en soit, on ne peut guère mentionner que deux raids importants d'avions. Le premier se place dans la nuit du 31 octobre au 1er novembre. Trente appareils, des Gothas, divisés en sept groupes, venant des côtes d'Essex et de Kent, se dirigèrent vers Londres, en longeant les deux rives de la Tamise ; trois seulement réussirent à pénétrer au centre de Londres ; la plupart des autres ne parvinrent qu'aux faubourgs de la capitale ; quelques-uns ne dépassèrent même pas la banlieue ; tous furent soumis au feu de l'artillerie, durant la durée de leur incursion, ainsi qu'aux attaques des appareils anglais, malheureusement gênés par les nuages. Cette grosse expédition n'atteignit donc pas le but qu'elle se proposait. Il y eut, néanmoins, huit morts et vingt et un blessés.

La tentative fut renouvelée dans la première semaine de décembre. Le 7 au matin, vingt-cinq avions ennemis survolèrent Londres et sa banlieue laissant tomber des bombes qui tuèrent sept personnes et en blessèrent vingt et une. Deux appareils furent abattus. Les Allemands affectionnent aussi les villes ouvertes, comme Nancy, ou celles qu'il ne faut pas aller chercher trop loin, comme Calais et Dunkerque. Ils aiment également à bombarder les hôpitaux. Nous avons déjà relaté leurs abominables attentats contre les ambulances de la région de Verdun, où ils tuèrent des blessés et des infirmières. Ils renouvelèrent cet exploit contre l'hôpital de Zuydcoote, sur lequel ils lancèrent des bombes incendiaires, faisant seize victimes, dont neuf morts, parmi le personnel de l'hôpital. D'autre part, ils multiplièrent les attaques contre la population civile de Nancy, Dunkerque, Calais, Saint-Dié, Bar-le-Duc, etc. Dans la soirée du 15 octobre, ils tuèrent dix habitants de Nancy et en blessèrent une quarantaine ; ils recommencèrent le lendemain ; le 25 octobre, leurs bombes de gros calibre faisaient une trentaine de victimes à Dunkerque, dont plusieurs morts.



LES DÉBRIS DU ZEPPELIN ABATTU A SAINT-CLÉMENT

Quant aux représailles, dont on a beaucoup parlé, elles ne paraissent pas s'être exercées fort activement, et nous ne pouvons citer que le bombardement de la ville badoise d'Offenburg par dix-sept de nos appareils. Les résultats furent excellents.

Il nous faut rappeler, maintenant, la sinistre aventure de la flotte de zeppelins envoyée sur l'Angleterre dans la nuit du 19 au 20 octobre, expédition qui, après avoir en partie manqué son but, s'acheva par une lamentable catastrophe. Le communiqué anglais signalait l'apparition, dans la soirée du 19, d'un certain nombre de gigantesques dirigeables, munis de moteurs silencieux, qui, pour la première fois depuis un an, étaient parvenus à franchir les défenses de Londres. Deux quartiers de la ville furent atteints par les bombes et les torpilles ; il y

LIEUTENANT RAYMOND

Fin octobre 1917, il avait abattu six avions ennemis.

eut d'assez gros dégâts matériels, vingt-sept morts et cinquante-trois blessés, mais aucun dommage militaire ne se produisit, et toutes les victimes appartenaient à la population civile. Contraints de rebrousser chemin, les zeppelins, qui étaient au nombre de dix, s'égarèrent dans le brouillard, et, au point du jour, sept d'entre eux se trouvaient au-dessus du territoire français. Il y en eut trois qui cherchèrent à franchir nos lignes entre Lunéville et Baccarat ; deux y parvinrent, mais le troisième fut abattu aux environs de Saint-Clément. Un autre, le *L.-49*, dut prendre terre près de Bourbonne-les-Bains, tandis que le *L.-50* tombait à Dammartin, et repartait, délesté d'une partie de son équipage et complètement désemparé. Un quatrième dirigeable était contraint d'atterrir à Laragne, dans les Basses-Alpes, pendant qu'un cinquième fut aperçu au-dessus de Fréjus, dérivant vers la haute mer ; pourchassé par des avions, il se perdit dans les flots vers 8 heures du soir. C'était le plus grand désastre qui avait atteint jusqu'alors l'aéronautique allemande, et le communiqué ennemi l'enregistra douloureusement.

SOUS-Lt DE MORTEMART

Le 20 octobre 1917, il descendait en flammes son cinquième aéroplane ennemi.

Il nous a fallu enregistrer, dans notre précédente revue de la guerre aérienne, la mort de notre illustre Guynemer. Par bonheur, nous n'avons perdu, depuis lors, aucune de nos principales célébrités de l'aviation. Cependant, la mort tragique des courageux Boitel et Chesneau, qui s'en allèrent tomber sur le territoire suisse, après une lutte inégale contre plusieurs appareils allemands, causa la plus pénible impression. Ce drame eut lieu dans la soirée du mardi 16 octobre. L'un des aviateurs avait été tué, à 2.600 mètres de hauteur, par une balle, et l'autre fut victime de l'essence. Leurs restes furent rendus à la France avec les honneurs militaires. Tous deux appartenaient au service du réglage de l'artillerie, qui a ses héros, de même que le service photographique et tous les autres. Il serait souverainement injuste de les oublier pour ne songer qu'à nos fameux « as ». Leur anonymat n'en est pas moins glorieux, ni leur esprit de sacrifice moins noble et moins élevé, et c'est un hommage que nous avions également le devoir de leur rendre.

LIEUTENANT LACHMANN

Sur le front russo-roumain, il a remporté sept victoires.

Il nous faut aussi enrégistrer la mort héroïque de l'adjudant Pierre Violet, tombé en luttant contre trois appareils ennemis. Ce courageux pilote, qui n'avait que vingt-deux ans, avait été cité six fois à l'ordre du jour de l'armée; il était titulaire de la médaille militaire, de la croix de guerre avec cinq palmes et une étoile d'or, de la croix militaire anglaise, et avait été proposé récemment pour la croix de la Légion d'honneur.

Nous ne terminerons pas sans rappeler que le Parlement, à l'unanimité, a voté, le 19 octobre, une proposition de M. Lasies, tendant à glorifier à jamais la mémoire du vaillant Guynemer, par l'apposition d'une plaque commémorative au Panthéon. On peut ajouter que cette manifestation de la Chambre fut celle de la France entière, car dans le plus petit de nos hameaux, aussi bien que dans nos plus populeuses cités, le nom de Guynemer était admiré.

PIERRE VIOLET

Tué en combat aérien, dans une lutte héroïque contre trois avions allemands.

Sur l'ordre du ministre de la guerre des honneurs particuliers furent rendus à la mémoire du héros, dans tous les centres d'aviation.

L'ESPRIT PEUT-IL GUÉRIR TOUTES LES MALADIES ?

QUELQUES PRÉCISIONS NOUVELLES SUR LA "CHRISTIAN SCIENCE"

Par le Docteur E. PHILIPON

En raison de la curiosité croissante éveillée par la médication « Christian scientist », nous croyons être agréables à nos lecteurs en lui consacrant dans La Science et la Vie *une rubrique spéciale destinée à son étude exclusive. De cette manière, non seulement les grands points de la Doctrine pourront être exposés avec tous les détails désirables ; mais encore il nous deviendra possible de discuter les objections qui nous seront présentées, de fournir les explications que l'on nous demandera, de donner enfin les conseils nécessaires à la correcte mise en œuvre de ce nouveau et grand principe. Nous comptons même réserver une petite place à l'analyse et à la critique des cas de guérison obtenues en « Science » qui nous sembleraient particulièrement suggestifs. Ainsi, par le travail et la bonne volonté de tous, nous ne doutons pas que « Christian Science » ne prenne bientôt dans notre pays un prompt et brillant essor et qu'elle n'obtienne, en définitive, un succès comparable à celui dont elle jouit depuis longtemps en Angleterre et en Amérique, où elle compte des millions d'adeptes.*

Les esprits actuels sont partagés en deux camps bien distincts : ici, les Savants ; là, les Fidèles ; ici, les patients observateurs de la Terre ; là, les fervents contemplateurs du Ciel. Tous s'agitent, travaillent, luttent, espèrent ; mais, malgré leurs désirs, leur constance, leurs efforts, ni les uns ni les autres n'ont, jusqu'ici, découvert la Vérité ; ni les uns ni les autres n'ont encore mis la main sur le Bonheur... A quoi tient cette impuissance totale de la Science et de la Foi vulgaires? Ne pouvons-nous rien contre elle, ou avons-nous, au contraire, le pouvoir d'y remédier? C'est ce que nous allons nous demander en examinant impartialement à tour de rôle, dans cet article, ces deux faces principales de la Pensée humaine.

La Science — commençons par elle — a d'indéniables qualités. Elle plaît à l'esprit par sa clarté et sa rigueur. D'un principe posé, elle déduit avec logique toutes les conséquences. Elle procède avec soin, avec méthode, ordonnant de son sceptre magique la troupe désordonnée des idées. Elle est nette, rigide, inflexible : ce qui est, est ; ce qui n'est pas, n'est pas. Elle ne nous trompe jamais. Elle fournit un appui solide à qui veut remonter hardiment les séries innombrables des causes ; avec elle, on ne retombe jamais au point de départ. En un sens, elle spiritualise le Monde. Elle le débarrasse peu à peu de sa carapace matérielle. Elle raréfie les sensations, les émousse, les passe au crible des Premiers Principes. Elle compare, elle abstrait, elle généralise. Elle crée des concepts, des rapports, des lois. Grâce à elle, nous voici dans un Univers qui évolue sans cesse vers la plus grande Conscience. Grâce à elle, nous parvenons à connaître, à comprendre, à imaginer... Ah ! certes, son rôle est beau et son apport incalculable. Mais que de défauts aussi à côté de ces hautes qualités ! Ses contours précis, ses arêtes tranchantes arrivent souvent à fatiguer l'esprit, presque toujours à meurtrir l'âme. Elle ne se prête pas à ces mille nuances presque imperceptibles, à ces délicatesses infinies, à ces alternatives de pénombre et de lumière que la Pensée fragile réclame pour prospérer. Au delà de ses bornes, on cherche encore quelque chose. Nous l'aimons mieux vêtue de mystère et lointaine que proche et dévoilée. Et puis, elle ne donne aucun but. Elle se contente de tourner sans fin dans le cercle infranchissable des Apparences. Issue de la Matière, elle ne peut entièrement se

soustraire à son emprise. Ses hypothèses les plus hautes, ses théories les plus subtiles reposent encore sur la base grossière des Données sensibles. Elle nous promène indéfiniment parmi le Multiple et le Divers, au milieu de Formes variées et nombreuses, constamment en lutte les unes avec les autres. Elle nous invite à contempler ce spectacle sans révolte, à le considérer, au contraire, comme bon « en soi », comme inéluctable et inhérent au rythme et à la nature des choses. Elle nous dit : « Homme, qu'es-tu au fond? Une simple Forme comme les autres et qui disparaîtra par la mort. Cherche en toi-même et en toi seul, dans ton cerveau et non dans ton cœur, le secret ultime de ta destinée. Ne compte pas sur Dieu, Dieu n'existe que dans tes rêves. Ne tente pas de détruire le Mal, il est nécessaire à l'évolution des Mondes ; c'est un des plus grands ressorts du Progrès. N'espère pas te libérer des Lois, elles dominent tout dans l'Univers. Croise-toi les bras sans murmurer, avec résignation et tristesse. Pour te distraire, te faire paraître les heures brèves, consacre ta vie à ces actes intellectuels au moyen desquels nous semblons prendre possession de la Nature ; puis, passe le flambeau à un autre et disparais dans le néant pour toujours. »

Ainsi parle la Science. Combien, par comparaison, la Foi nous apparaît ensorcelante et prometteuse ! Elle, au moins, nous propose un but et un but splendide, digne en tous points de notre activité. Elle nous montre dans le Ciel, auréolé de lumière, l'Un et l'Identique, l'Absolu, le Créateur, Dieu. Elle nous convie à nous souvenir de notre origine première, à retrouver le Paradis perdu par notre faute, à nous anéantir dans la pure Essence, dans la Perfection immaculée. Elle a toutes les douceurs et toutes les souplesses. Elle se moule sur nos plus intimes désirs. Elle enflamme nos plus vives espérances. Elle ne nous heurte pas, ne nous meurtrit pas, ne nous lasse jamais... Que lui manque-t-il donc pour être parfaite? Hélas ! une chose capitale : elle nous indique bien le but, mais elle oublie de nous fournir les moyens nécessaires pour y parvenir. De tous côtés, elle nous laisse tâtonner dans les ténèbres, butant contre tous les obstacles sournoisement dressés par l'intelligence, sans autre aide que l'appel continu, mais lointain et sourd, de l'Infini... Aller dans la pénombre du Sanctuaire, s'agenouiller parmi les roses du vitrail, murmurer des psalmodies mélodieuses, se griser de chants, de parfums, de mystères, est-ce assez pour provoquer la véritable extase, pour établir entre Dieu et nous l'ineffable communication transcendantale? Combien rares, hélas ! sont ceux qui réussissent de cette manière ! Combien rares sont ceux qui, même imparfaitement, même temporairement, entrent ainsi en communion intime avec la Conscience suprême et universelle ! Semblable à ces pièces montées par quelque artificier expert, la prière, malgré ses flammes éblouissantes, laisse trop souvent après elle le ciel plus vide encore et plus noir. Sans doute, l'esprit naïf et simple a quelque chance de voir, au feu de son désir, s'entr'ouvrir pour quelques instants les portes d'or. Mais Nous, les Avertis et les Habiles, Nous qui, depuis tant d'années demeurons plongés jusqu'à la lie dans la concupiscence du Savoir, nous avons besoin d'autre chose pour obtenir la Vérité et la Félicité parfaites. Quoi que nous fassions, nous revenons toujours à nos grands Principes intellectuels. Quoi que nous fassions, nous ne pouvons nous résigner à croire sans comprendre, sans soumettre à la pierre de touche de l'Esprit les motifs mêmes de notre Foi. Oh ! nous ne demandons pas mieux que de marcher crânement vers l'Infini. Nous savons la récompense magnifique qui nous attend au bout de la route. Mais nous ne voulons pas, nous ne pouvons pas entrer dans le champ surnaturel des miracles et des merveilles sans quelqu'un de sûr pour nous diriger, sans quelque chose de fort pour nous frayer un passage, sans un appui résistant sur lequel, de temps en temps, nous puissions sans crainte nous reposer. Et alors? Sommes-nous pris à jamais dans un dilemme insurmontable? Sommes-nous condamnés à regarder toujours la Terre promise sans jamais avoir le moindre espoir d'y pénétrer? Non, évidemment, et du Mal même, nous voyons sortir le Remède. Au lieu de persister à errer ainsi l'esprit vide et le cœur mort parmi l'enchevêtrement inextricable du Monde qui nous entoure, soustrayons notre Conscience à la Matière, notre Intellect à la griffe de la Relativité. N'opposons plus l'esprit discursif à l'esprit mystique, la Science à la Foi. Ne considérons plus ces deux modes fondamentaux de notre activité comme irréductiblement antagonistes, comme seulement capables de se combattre, et jamais susceptibles de s'entr'aider. Puisque la Science nous donne les Moyens sans le But, puisque la Foi nous donne le But sans les Moyens ; puisque, isolés, ils ne peuvent rien ou presque rien, réunis peut-être, ils pourront presque tout ou tout. Joignons-les donc, en conséquence, l'un à l'autre ; soudons-les, fondons-les ; créons de cette manière l'instrument

par excellence de la Libération et du Progrès. Soyons « Christian scientist » : le mot dit tout et n'a pas besoin d'être expliqué. Appliquons la Science à la Foi, non pour rabaisser cette dernière comme cela a eu lieu jusqu'ici, mais pour la rehausser, au contraire, pour lui donner tout son éclat et toute sa valeur. Interprétons-les, expliquons-les l'un par l'autre. De cette façon, le Savant saura où il va et le Croyant ne marchera plus en aveugle. La recherche du Bonheur ne sera plus une recherche vaine ; le travail et l'effort de l'Humanité militante aboutiront enfin à quelque chose de solide et de réel. Chaque pas en avant sera un pas vers l'Absolu ; chaque gain réalisé constituera un accroissement de notre capital spirituel, le plus précieux de tous, et nous nous rapprocherons de plus en plus de notre Unité de Substance, jusqu'au jour où, semblable à cette solution sursaturée que précipite la moindre parcelle de matière, le Monde, sous une goutte de spiritualité débordante, cristallisera tout d'un coup dans l'Idéal.

Démonstration méthodique de "Christian Science"

Dès maintenant, je vais esquisser à grands traits le plan que je compte suivre dans la démonstration méthodique de «Christian Science». D'abord, cela permettra à mes lecteurs d'embrasser d'un seul coup d'œil toute la structure de la charpente, toute l'économie de la Doctrine « Christian scientist » : ils en apprécieront ainsi les proportions heureuses et la belle harmonie. Ensuite, cela leur donnera le moyen, s'ils en ont la velléité, de commencer, dès à présent en « Science » un travail aussi intéressant que productif.

Plan en neuf paragraphes.

1. Une Substance unique compose le Monde ;
2. Cette Substance est nécessairement parfaite ;
3. Une Substance parfaite ne peut être que spirituelle ;
4. La Matière n'a donc aucune existence propre, indépendante : ce n'est qu'un mode de l'Esprit ;
5. Ce Mode est radicalement détestable en raison de la Multiplicité et de la Diversité inhérentes à sa nature. De l'Absolu et du Parfait, la Substance tombe ainsi dans l'Imparfait et le Relatif ;
6. Par ce Mode, l'Esprit qui, en vertu de son Indivisibilité, se trouve en Entier dans Tout *(God is all in all)* entre en opposition avec lui-même sous une infinité de Formes hiérarchisées les unes par rapport aux autres ;
7. Il perd le souvenir de sa Perfection originelle. L'égoïsme crée la Lutte, le Mal, la Mort ;
8. Pour retrouver sa Perfection essentielle, l'Esprit doit tendre à abandonner le Concept Matière et chercher à se percevoir selon un Mode qui ne porte plus atteinte à son Unité substantielle (Réalisation parfaite : Jésus) ;
9. En attendant, la reconnaissance de son Unité transcendantale transforme son Egoïsme en Altruisme ; substitue à la Lutte l'Entr'aide ; et, finalement, ramène dans le Monde et dans chaque Organisme individuel l'harmonie suprême, condition *sine qua non* de la Santé et du Bonheur.

"Christian Science" et l'Expérience.

Dans nos prochaines causeries, nous tenterons de donner, selon le plan précédemment indiqué, une démonstration rationnelle de la Médication « Christian scientist ». Pour cela nous nous servirons de purs arguments logiques que nous chercherons à enchaîner avec toute la rigueur nécessaire. Les raisonnements de cette sorte sont la couronne d'or de la Pensée, la fleur suprême de l'activité intellectuelle. Mais s'ils séduisent assez souvent, ils ne convainquent pas toujours. Dans le cas qui nous occupe notamment, nous vivons en contact si intime avec le monde extérieur ; celui-ci a pris pour nous une telle consistance, une telle « réalité », que nous sommes invinciblement poussés à demander à l'Expérience la confirmation des hypothèses que nous faisons sur son compte. Examinons donc aujourd'hui si, dans la pratique de tous les jours, nous trouvons la preuve tangible et manifeste du pouvoir absolu de l'Esprit sur la Matière.

Nous l'y trouvons sans contredit. Il est peu d'actes de notre existence qui ne nous la donnent d'une manière frappante et indubitable. Dans les uns -- très rares, il est vrai, — nous voyons l'Esprit créer, à proprement parler, la Matière. Dans les autres, infiniment plus nombreux sinon plus impressionnants, nous constatons que la Matière

se trouve plus ou moins profondément modifiée par la seule puissance de l'Esprit.

Création directe de la Matière.

Ces cas nous sont présentés par les phénomènes dits de « matérialisation », phénomènes encore mal connus par certains côtés, mais que toutes les personnes au courant de la question mettent absolument hors de conteste. Dans ces phénomènes, on constate qu'il se forme peu à peu, aux dépens de la substance spirituelle des personnes présentes, de véritables organismes en chair et en os, visibles et palpables, et doués, semble-t-il, de toutes les propriétés caractéristiques des Etres vivants ordinaires. L'existence réelle de ces « Phantasmes » (tel est le nom qu'on leur donne) a été établie par les multiples recherches métapsychiques entreprises depuis une cinquantaine d'années et poursuivies, au moins la plupart du temps, avec toute la correction scientifique désirable. Qui ne connaît, par exemple, les magnifiques expériences de V. Crookes, expériences consignées dans son beau livre : « Etudes sur la Force psychique » ? Par une série d'observations magistrales (et qui ont presque la valeur de recherches conduites dans un laboratoire), le grand savant a suivi dans toutes ses phases la métamorphose progressive de l'Esprit en Matière. Devant ses yeux éblouis, il a vu se former peu à peu, naître de toutes pièces, la célèbre personnalité de « Katie King ». Pendant de longs mois, il a pu examiner cette forme extraordinaire; il a pu converser avec elle; il a pu la photographier à maintes reprises et dans des conditions qui excluaient bien évidemment toute possibilité de fraude. Il a pu la toucher, l'ausculter, couper et conserver une boucle de sa merveilleuse chevelure... Vraiment, on croirait lire un conte de fée si le nom même de Crookes n'était une garantie absolue de l'authenticité de ses découvertes. Eh bien, que conclure de ce fait et de certains autres du même genre (car la Science psychique a enregistré plusieurs cas de « Phantasmes » minutieusement étudiés) ? Les Spirites l'interprètent comme l'incarnation d'un « esprit » d'outre-tombe; nous y voyons, nous, un simple essai de matérialisation de la Conscience universelle. D'ordinaire, l'Esprit laisse à la Matière (son Mode, sa Représentation objective) le soin de se reproduire elle-même : c'est l'application, somme toute, du principe du travail minimum. Mais par rappel spontané de sa Faculté primordiale, il peut engendrer directement et immédiatement ses diverses manifestations phénoménales sans avoir besoin pour cela d'aucun milieu, d'aucun secours intermédiaires.

Si l'Esprit peut créer ainsi la Matière, il lui est *a fortiori* possible d'en modifier les états. A chaque instant, d'ailleurs, nous lui voyons accomplir des actes de ce genre. Prenons un exemple tiré de notre activité journalière : un objet tombe, je le ramasse. Qu'est-ce qui a agi sur mes muscles pour en obtenir les mouvements nécessaires? Ma Pensée. Entre moi et l'objet, il y a un intermédiaire matériel : mon corps et mes membres; mais entre mon corps et moi, il n'y a aucun intermédiaire, et les modifications qui se sont passées dans mes fibres musculaires ont été produites uniquement par l'intervention de ma volonté, de mon pouvoir personnel.

Modification directe de la Matière.

Voilà un cas normal, courant, mais il en est de même dans un grand nombre de manifestations anormales, pathologiques. Journellement, pour ainsi dire, par la seule influence de l'acte mental, nous assistons à la guérison de certaines maladies particulières, les maladies dites inorganiques : psychoses et névroses de la nomenclature médicale. Or, ce qui est atteint, en réalité, dans les affections de cet ordre, ce n'est pas l'Esprit à proprement parler. Lui ne saurait être malade : il est un et identique par nature, indivisible, en conséquence, et inaltérable. Ce qui est lésé, c'est le substratum dans lequel il s'incarne, la forme sous laquelle il se perçoit. Seulement ces troubles restent si fugaces ou si légers qu'ils échappent à nos moyens d'investigation actuels. Or, puisque l'Esprit peut guérir de telles maladies, c'est donc qu'il a conservé le pouvoir d'agir directement et immédiatement sur son corps, c'est-à-dire sur la Matière.

En résumé, comme nous le voyons par ces exemples — et il nous serait facile de les multiplier — l'Esprit peut tout sur le Monde extérieur. La Médication « Christian scientist », c'est-à-dire la médication purement et simplement spirituelle, ne se trouve donc nullement en conflit avec les données de l'Expérience. Elle se moule, au contraire, sur cette dernière. Sa seule tendance un peu spéciale, son seul but un peu particulier consiste à étendre à toutes les maladies (sans exception) les indications de la thérapeutique mentale. Au fond, il n'y a rien de plus légitime. Puisque toutes les affections, quelles qu'elles soient, se caractérisent par des altérations anatomiques plus ou moins

accusées, puisqu'entre elles il n'y a qu'une question de degrés et non une différence de nature, il doit logiquement s'ensuivre que l'Esprit qui guérit les unes peut arriver également à triompher des autres. Ce n'est qu'une affaire de travail, de méthode et de ténacité. Eh ! sans doute, pendant une période peut-être encore très longue, nous serons obligés de recourir, de temps à autre, à la vieille médecine traditionnelle : de pareilles révolutions ne se font pas en un jour. Mais il y a une telle force en Christian Science, cette doctrine est formée de si grands désirs et de si hauts espoirs, elle a comme base, comme principe, une chose si belle et si pure que sa victoire finale ne saurait faire le moindre doute pour les gens de bonne foi. Aussi, saluons-la avec respect et suivons-la sans peur.

Comment on juge la "Christian Science"

A notre demande : « Que pensez-vous de la médication « Christian scientist » ? M. le docteur Allendy (qui consacra jadis sa thèse de doctorat à l'étude des théories hermétiques dans l'histoire de la médecine) nous a aimablement répondu par la très intéressante note suivante :

« Les guérisons de la « Christian Science » paraissent dues à un mécanisme d'ordre un peu exceptionnel; elles ne sont pas explicables par la physiologie ordinaire, mais par l'occultisme. L'Individu fait partie du Monde comme la Cellule fait partie de l'organisme; son destin est tissé dans la trame du destin cosmique. Ni l'individu, ni la cellule ne peuvent évoluer *pour leur propre compte* sans devenir des éléments nocifs. L'Homme possède un élément spirituel qui est essentiel et dont le corps n'est que l'enveloppe; l'influence de cet agent volontaire sur les phénomènes vitaux n'est pas contestable. Leur intervention curative dans les maladies, même graves, peut s'exercer de deux façons :

1° En créant sur le plan occulte une image qui tendra à se réaliser, car l'image occulte précède toujours le fait physique (ce qui rend la voyance possible). L'Homme qui crée la suggestion qu'il guérira sans s'inquiéter si cette guérison est en harmonie avec les fins du Destin général, agit d'une manière égoïste ; sa tâche constitue un effort strictement personnel dans lequel il reste livré à ses propres moyens; c'est en quelque sorte une *œuvre magique* ;

2° L'homme peut réaliser occultement une harmonie entre son destin et le destin cosmique. Le monde est dirigé par deux catégories de Forces : Forces blanches de vitalité et de synthèse et Forces noires de dissolution et de séparation. En distinguant consciemment ces influences, en méditant sur des objets qui sont leur but, en concentrant sa pensée sur des choses de leur nature, l'homme se place dans leur champ et se trouve protégé par elles de la même façon qu'un politicien qui se range dans un parti au lieu de rester isolé. La « Christian Science » est un moyen d'entrer dans le camp des Forces blanches et de réaliser l'*œuvre mystique* d'union (de Yoga, disent les théosophes admirateurs des extatiques hindous) par laquelle la vitalité individuelle se met en rapport avec les Forces de vitalité de la grande Nature, en vertu d'un appel passif.

La « Christian Science », moyen thérapeutique réservé à l'esprit conscient de sa nature et de ses pouvoirs, peut donc être capable de renforcer ou même de remplacer les diverses thérapeutiques d'ordre physiologique, qui ne peuvent atteindre que les causes secondes du Mal. — Dr R. Allendy. »

Carel et la médication spiritualiste.

« A propos de Carel, nous dit le docteur P..., l'éminent chirurgien de Clermont-Ferrand, un jour qu'à l'ambulance 16-14, nous discutions des mérites de la fameuse *Méthode* (1), à propos de Carel, je m'en vais vous conter une petite anecdote inédite. Il ne s'agit que d'un incident minuscule, très insignifiant en lui-même, mais qui a eu sur la fortune extraordinaire de notre célèbre confrère une influence de tout premier ordre. Sans lui, peut-être, Carel ne serait pas, à l'heure actuelle, directeur de l'Institut médical Rockefeller et, vraisemblablement, il n'aurait pas été mis à même d'effectuer ses remarquables travaux. Comme cet incident s'est produit en public, et que, d'ailleurs, il n'a rien de blessant pour personne, je me crois autorisé à vous le raconter. Si, parmi vous, messieurs, il se trouve des philosophes, je ne doute pas que ma petite histoire — tout à fait authentique — ne dé-

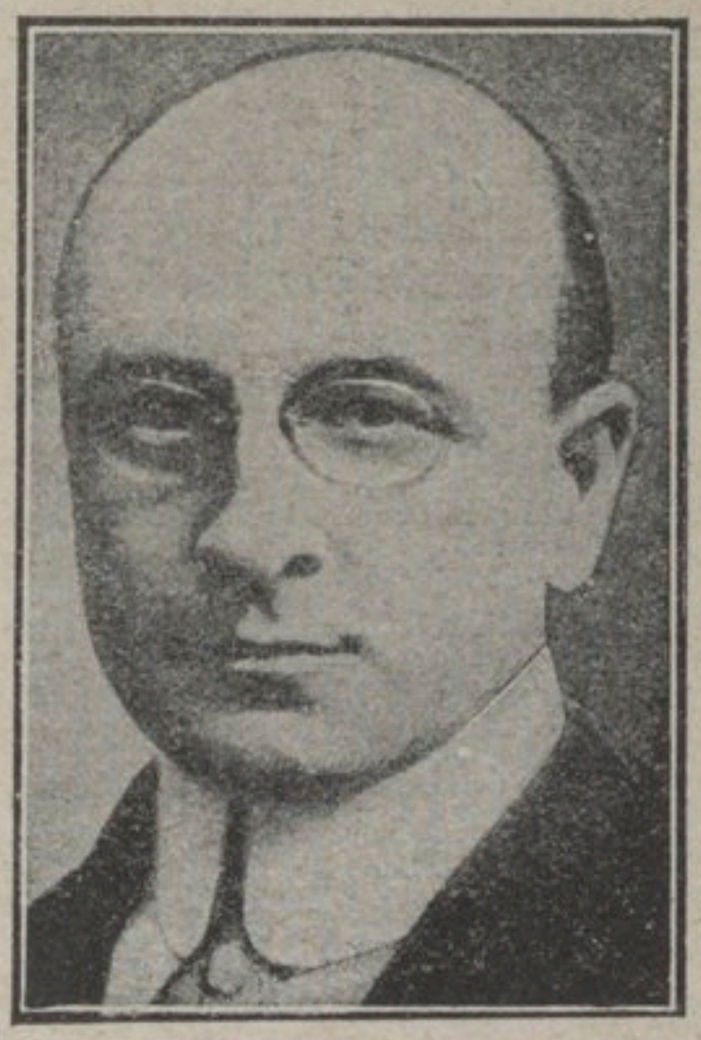
(1) La méthode dite de Carel est une méthode basée sur le principe de l'irrigation continue par un antiseptique. Elle a pour but de hâter la cicatrisation des plaies infectées.

chaîne leur verve et qu'ils n'en tirent aussitôt une foule de conclusions particulières...

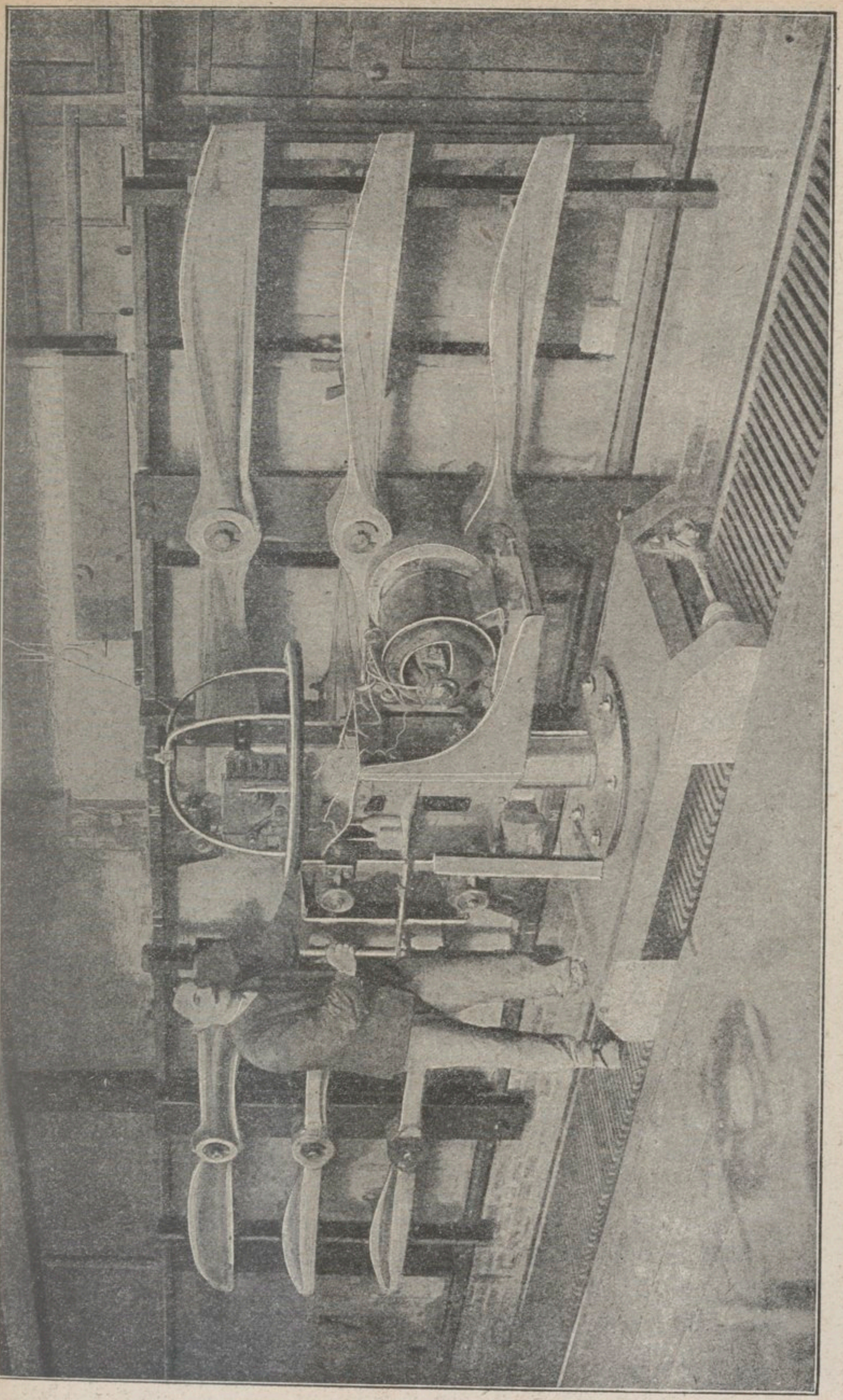
« Or donc, il y a quelque vingt ans, Carel, alors simple prosecteur, préparait à l'Ecole de Lyon le concours de chirurgien des hôpitaux. Moi-même, jeune chef de clinique à cette époque, je poursuivais concurremment un but analogue : cette communauté d'intentions me permit alors de faire la connaissance du futur grand homme, et elle me donne encore le plaisir de vous narrer ceci aujourd'hui... Un jour donc, on amène dans le service où fréquentait Carel une enfant de douze ou treize ans atteinte, autant que je puisse m'en souvenir, d'une suppuration froide de la fosse iliaque droite. Cette affection était déjà ancienne et les divers traitements employés jusqu'alors étaient, malheureusement, demeurés sans résultat. Carel, après un examen attentif, mit en œuvre, à son tour, toutes les ressources de la pharmacopée. Pendant plusieurs mois, il essaya avec une inlassable patience tous les remèdes que son imagination pouvait lui suggérer. Il passa à maintes reprises de la Médecine à la Chirurgie, de la Chirurgie à la Médecine... Peine perdue : l'abcès suppurait toujours. En désespoir de cause, à l'imitation de Charcot et de bien d'autres, il conseilla à la famille d'emmener la petite malade à L.... L.., comme vous les avez, est un lieu de pèlerinage célèbre. On y prie beaucoup, et d'aucuns disent que l'on y guérit quelquefois. Bref, la famille aquiesça de grand cœur à la suggestion de mon camarade, et, un beau matin, la malade quitta l'hôpital.

« A quelque temps de là (je ne sais plus au juste pour quelle circonstance), nous nous trouvions à table, Carel et moi, en compagnie de quelques-uns de nos plus illustres maîtres de l'Ecole ; en face de nous, il y avait notamment le professeur C..., une des gloires lyonnaises de cette époque. Au bout de quelques instants, la conversation tomba — c'était immanquable — sur les cas insolites que nous observions chaque jour dans notre pratique hospitalière. « — A propos, dit quelqu'un, et votre jeune malade, Carel, qu'en faites-vous? — Je l'ai envoyée à L..., répondit l'interpellé avec un sourire. — A L...! » Un rire homérique éclata de toutes parts. « — Et vous croyez, reprit le premier interlocuteur, que vous la guérirez de cette manière? — Ma foi, répliqua Carel, quand je lui ai donné ce conseil, je vous avoue que je n'y comptais guère. Que voulez-vous ! Il fallait bien faire quelque chose. Mais, ce matin, messieurs, j'ai revu ma petite malade, retour de L... Eh bien ! je vais vous annoncer une chose étonnante : je l'ai retrouvée guérie. — Guérie ! — Oui, guérie, complètement et définitivement guérie. Plus la moindre trace de suppuration. L... a réussi en quelques jours, là où j'échoue depuis des mois. Cela rentre dans la catégorie des miracles. » Un froid courut parmi la société. L'école de Lyon était alors très matérialiste, et l'on n'aimait pas beaucoup ces cures un tantinet merveilleuses et qui sentaient un peu le fagot. « — Oh! je n'explique pas, reprit Carel au milieu du silence, je ne discute pas ; je ne fais aucune interprétation, aucune hypothèse. Je vous signale le fait, voilà tout. Quant au mécanisme... — Inutile d'insister là-dessus, interrompit alors le professeur C..., coupant la parole à Carel, inutile d'insister. Avec de telles idées, monsieur, je crois pouvoir vous dire que vous n'avez rien à faire parmi nous. Jamais la Faculté de Lyon ne vous ouvrira ses portes. — En vérité, dit Carel, eh bien ! s'il en est ainsi, je m'en vais. Il ne manque pas d'endroits qui me seront plus propices. » Et il fit comme il le dit... Il s'en alla... Il traversa les mers où la renommée ne tarda pas à le découvrir... Et voilà, conclut le docteur P..., quel fut le début de la fortune de Carel, l'incident fortuit qui le mit sur la voie du succès. Maintenant, messieurs, les commentaires sont ouverts... »

Dr E. PHILIPON.

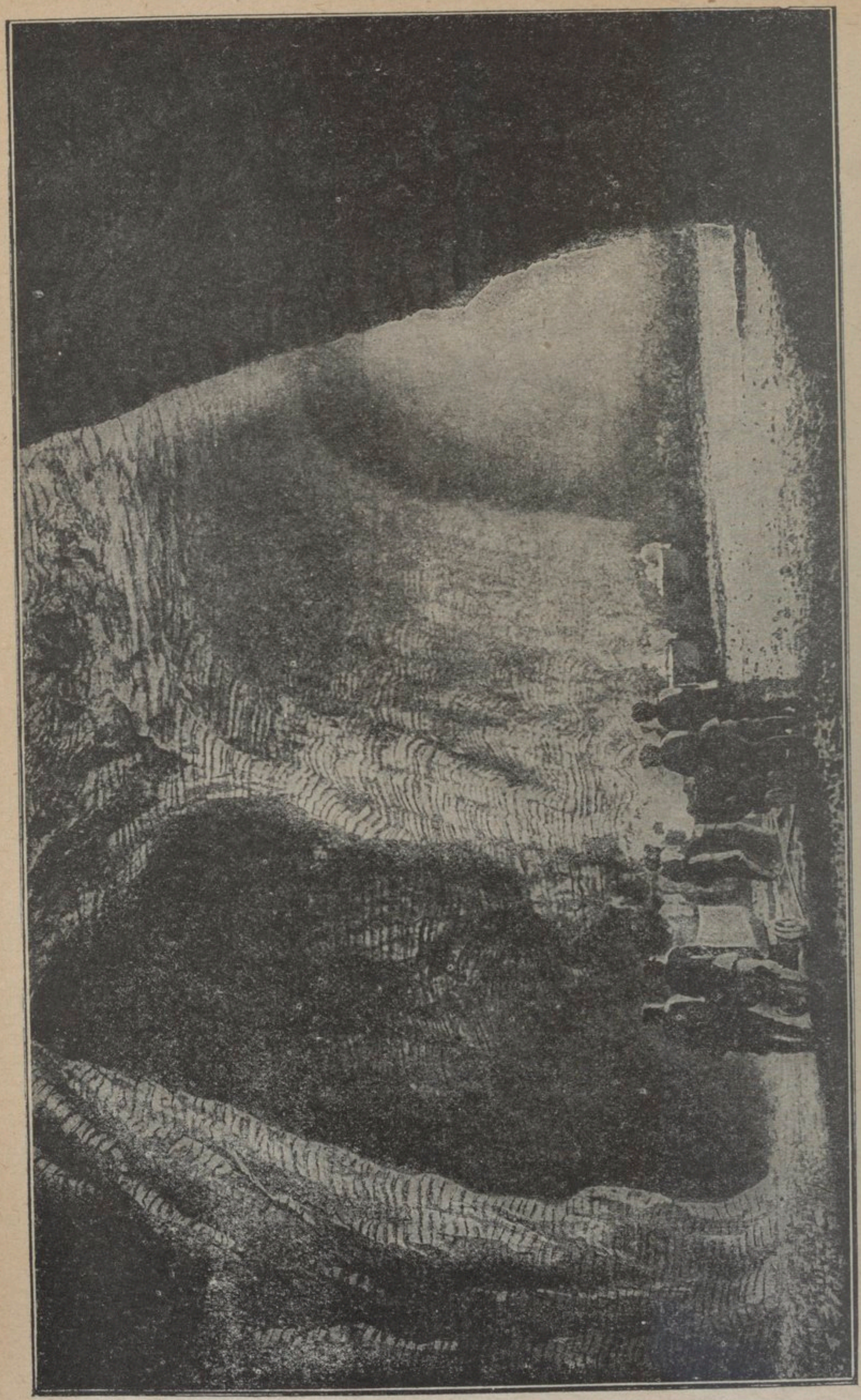


LE DOCTEUR CAREL



MACHINE-OUTIL ÉLECTRIQUE PERMETTANT A UN SEUL OUVRIER DE TAILLER QUATRE HÉLICES D'AÉROPLANES A LA FOIS

Les deux hélices supérieures servent de modèles ; leurs formes sont épousées par des « guides » qui commandent le mécanisme de reproduction.



GALERIES EN EXPLOITATION D'UNE MINE DE SEL GEMME, DANS LE BASSIN DU DONETZ (RUSSIE MÉRIDIONALE)

Cette photographie, particulièrement typique et d'un effet saisissant, a été prise à l'intérieur de la mine de Briansefka, près de Bachmont.

LE SEL PENDANT LA GUERRE

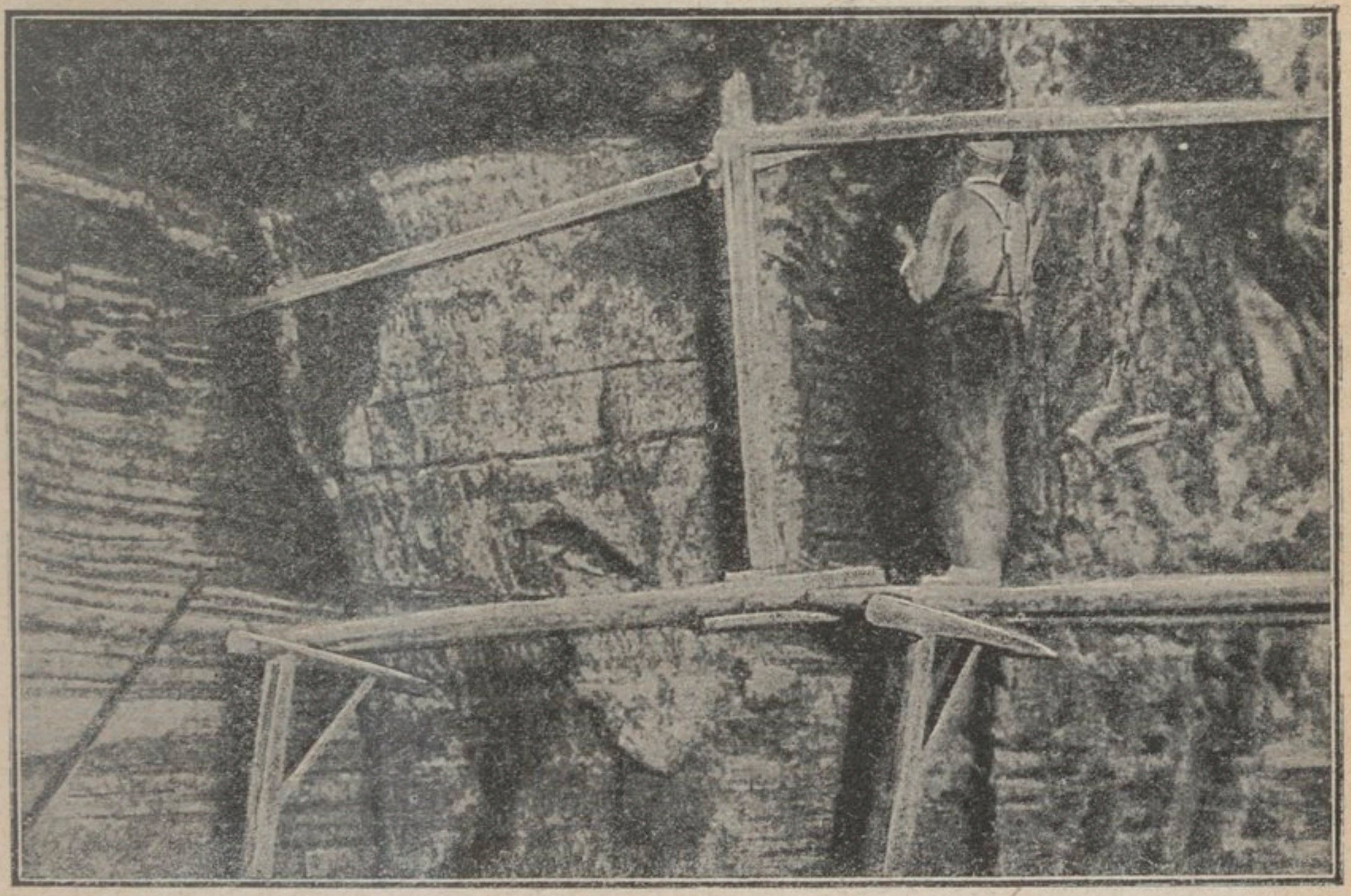
Par Léon DELCOMMUN

INGÉNIEUR CIVIL DES MINES

Le sel ou chlorure de sodium a une importance capitale au point de vue de la nourriture de l'homme et des animaux. Le besoin de ce condiment est surtout impérieux dans les pays froids. La consommation annuelle par individu, qui n'est que de 3 kilos dans le nord de l'Afrique, s'élève à 12 kilos dans les Etats scandinaves. Ces chiffres expliquent l'importance de la production du sel, qui atteint près de 4 millions de tonnes aux Etats-Unis et un million en France. En effet, le sel est indispensable à l'alimentation de l'homme, et il convient d'en ajouter également au fourrage et aux autres aliments destinés au bétail. On attribue le succès des éleveurs anglais, belges et hollandais aux rations de sel élevées que les cultivateurs de ces pays distribuent à leurs animaux domestiques : bœufs, moutons, porcs.

Sur l'emploi du sel est également basée l'importante industrie de la fabrication du carbonate de soude et des autres composés salins du sodium, tels que sulfate, etc. Les soudières absorbent donc une forte proportion du sel produit dans le monde.

Heureusement, le chlorure de sodium existe en grande abondance dans beaucoup de régions, soit à l'état de sel gemme, dans le sous-sol, soit dans l'eau de mer, d'où on l'extrait dans certains districts situés le long des côtes. Quelques pays produisent suffisamment de sel pour en exporter de grandes quantités, comme l'Angleterre, l'Allemagne et, jusqu'à un certain point, la France. Au contraire, les Etats scandinaves, ainsi que la Belgique et la Hollande, ne produisant pas de sel gemme ni marin, sont obligés d'importer toute leur consommation.



MODE D'EXPLOITATION D'UNE MINE DE SEL LORRAINE PAR L'EAU SOUS PRESSION

Cette méthode consistait à découper le sel gemme par fusion au moyen d'une lance projetant de l'eau à haute pression. Elle avait l'inconvénient de provoquer de sérieux éboulements; aussi dut-on l'abandonner

En France, le département de Meurthe-et-Moselle fournit presque la totalité du sel gemme exploité, soit 125.000 tonnes en roches et 375.000 tonnes à l'état de dissolution saturée. Le reste du sel gemme extrait en France provient de nos départements du Jura, du Doubs et des Basses-Pyrénées.

L'extraction du sel de la mer a lieu dans les marais salants du Midi et de l'Ouest. Les premiers, qui sont les plus importants, produisent annuellement environ 350.000 tonnes contre seulement 100.000 à 120.000 dans l'Ouest. Les pêcheurs de Terre-Neuve et la Belgique achetaient, avant la guerre, environ 150.000 tonnes de cette production.

L'eau de mer contenant environ 30 grammes de chlorure de sodium par litre, on voit quelle quantité énorme de sel se trouve contenue dans les océans, qui s'enrichissent par la dissolution des roches cristallines et par le lessivage des sédiments auxquels donne naissance la destruction de ces roches. Inversement, l'évaporation des mers qui ont disparu aux divers âges géologiques a laissé subsister dans le sein de la terre des gisements de chlorure de sodium qui constituent les masses de sel gemme exploitées aujourd'hui.

Les gîtes salins existent dans des terrains anciens tels que ceux qui correspondent aux étages dénommés en géologie : silurien, dévonien, permien et trias, ainsi que dans des couches plus récentes, telles que le tertiaire, ou même actuelles, comme il s'en trouve dans les régions désertiques.

Les sels gemmes de la Russie méridionale, exploités par une importante compagnie française, sont situés dans les gouvernements d'Ekaterinoslaw et de Kharkow, aux environs de Backmot (bassin du Donnetz). Les sels permiens de l'Allemagne appartiennent, comme ceux de Russie, au niveau géologique dénommé zechstein. Ils sont exploités en Saxe, dans l'Anhalt, où se trouve le célèbre et très riche bassin de Stassfurt, ainsi que dans le Hanovre et le Brunswick.

Le chlorure de sodium fourni par les terrains triasiques provient surtout des couches du keuper et du muschelkalk, ainsi que des grès bigarrés. A ces horizons géologiques appartiennent les importantes régions salifères du Wurtemberg et surtout les fameux dépôts du Salzkammergut, situés entre la Styrie, la Bavière et le pays de Salzbourg. Là se trouvent des mines très connues des

EXPLOITATION D'UNE MINE DE SEL AU PIC ET A LA PERFORATRICE A MAIN

On voit combien sont spacieux et commodes pour l'ouvrier les vastes fronts de taille des mines de sel gemme de l'est de la France, qui ne le cèdent en rien à celles de l'étranger.

géologues, à Hallstadt et à Berchtesgaden.

Au même étage se rattachent les salines de Miserey et de Châtillon, dans le Doubs, ainsi que celles de Montmorot, de Salins, d'Arc et de Grozon, dans le Jura, qui produisent en tout environ 50.000 tonnes par an.

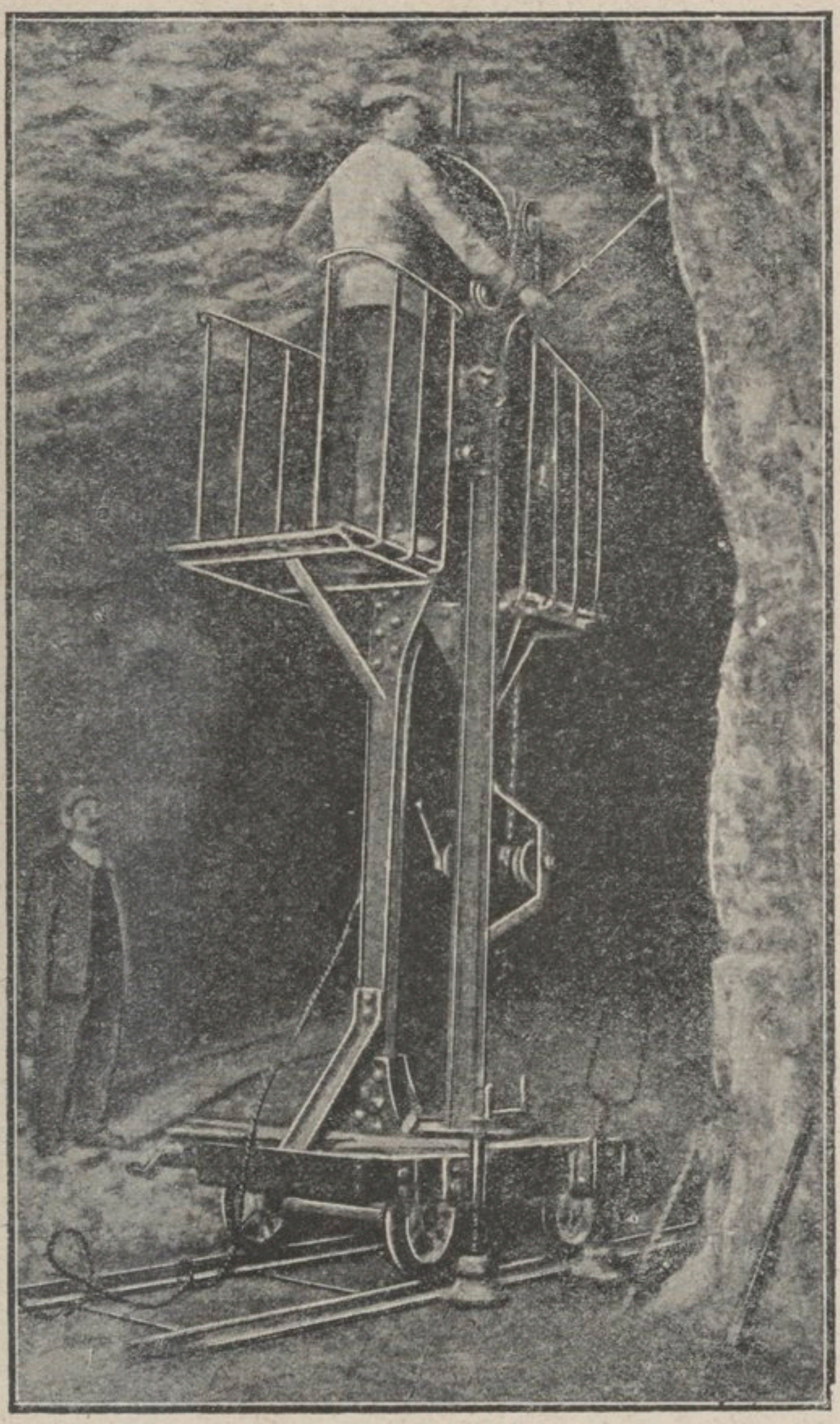
Les plus grandes mines de sel gemme de la France se trouvent dans le trias lorrain (keuper). Les concessions de mines de sel du département de Meurthe-et-Moselle sont échelonnées dans les vallées de la Meurthe et du Sanon, depuis Nancy jusqu'à Rosières-aux-Salines et Einville-au-Jard. Ce groupe salifère comporte deux faisceaux séparés par un banc argileux de 30 à 40 mètres d'épaisseur. Le faisceau supérieur, seul exploité, comprend, à Saint-Nicolas, onze couches de sel d'une épaisseur totale de 64 mètres : la couche inférieure ayant à elle seule 21 mètres de puissance.

Il existe dans l'ouest de la chaîne pyrénéenne une série de gisements salins triasiques exploités à Salies-de-Béarn et aux environs de Biarritz. La production annuelle des départements des Basses-Pyrénées et des Landes représente environ 30.000 tonnes de sel de table raffiné.

L'un des plus grands gisements salifères du monde est celui du Cheshire anglais, situé au sud-est de Liverpool, qui s'étend sur un espace mesurant 32 kilomètres sur 24, soit 768 kilomètres carrés. Ce gîte représente un volume de 34 milliards de mètres cubes soit 80 milliards de tonnes, dont la moitié seulement est exploitable, parce que le niveau topographique du pays n'étant pas supérieur à 25 mètres au-dessus de la mer, on submergerait le Cheshire sous les eaux de l'océan si l'on faisait disparaître la totalité des roches salifères. Il existe également des mines de sel près de Newcastle, dans le Durham, et en Irlande où les mêmes étages du keuper fournissent 100.000 tonnes de sel par an dans les exploitations anciennes de Carrickfergus.

On rencontre en Algérie de nombreux rochers et même des montagnes de sel, tels que ceux du Khang-el-Melah et de l'Aïn-Hadjura, qui procurent des masses considérables d'un chlorure de sodium très pur.

La mission lyonnaise qui a exploré en Chine le bassin du Se-tchouan a signalé l'existence de trois districts salins principaux exploités sur des superficies dépassant plusieurs centaines de kilomètres carrés. Parmi les gisements triasiques de l'Asie figurent



EXTRACTION DU SEL GEMME AU MOYEN D'UNE PERFORATRICE ÉLECTRIQUE

Le mineur installé debout sur une plate-forme roulante perce des trous dans le sel pour placer les cartouches d'explosif.

CARTE DES GISEMENTS DE SEL GEMME ET DES MARAIS SALANTS DE L'EUROPE ET DE L'AFRIQUE DU NORD

Les gisements sont indiqués par des points noirs plus ou moins gros, suivant leur importance, et les marais par des taches noires irrégulières.

également les salines du Yunnan, en Chine, ainsi que celles du Cambodge et du Laos.

Les sels tertiaires se trouvent également en grande quantité dans l'Asie Mineure, en Perse, dans le Turkestan russe, ainsi que dans l'Inde, où existe une région salifère très étendue, exploitée dans les environs de la frontière afghane (Salt-Range).

Les phénomènes d'évaporation d'eaux douces privées d'écoulement ont encore lieu actuellement sur de vastes régions désertiques. C'est le cas du grand lac salé de l'Utah, dans l'Ouest américain, et des sels de Gobi. On constate également l'existence de grands dépôts salins dus à l'évaporation de mers récentes comme la Caspienne, la mer d'Aral, etc. En Arménie, le lac de Van contient une grande quantité de sels alcalins, parmi lesquels le chlorure de sodium figure pour environ 10 %. On a calculé que le Grand Lac Salé peut renfermer à lui seul environ 4 milliards de tonnes de sel. Les salines d'Arzeu, près d'Oran (Algérie), sont de même constituées par un lac d'environ 1.500 hectares situé à 12 kilomètres de la côte.

En résumé, pour étudier dans son ensemble l'industrie du sel, nous aurons à indiquer par quels procédés on le retire des mines de sel gemme et des eaux salées qui existent dans le sol ou à la surface de certaines dépressions. Enfin, il nous restera à signaler les méthodes suivies pour l'extraction du sel de la mer, qui donne lieu à l'exploitation des marais salants, très florissante en France.

Nous prendrons comme type de l'exploitation du sel gemme celle des gisements lorrains. Il existe en Meurthe-et-Moselle seize salines situées dans les localités suivantes, qui extraient le sel par dissolution : Tomblaine, Sainte-Valdrée, les Aulnoy, Bosserville, Laneuveville, Art-sur-Meurthe, Saint-Nicolas, Varangeville, Dombasle, Rosières, Sommerviller, Crévic, Maixe, Einville, Saint-Laurent et Tonnoy. En outre, trois puits de sel gemme fonctionnent en Lorraine, à Saint-Nicolas, Varangéville et Einville-Saint-Laurent. Trois soudières, situées à Varangéville, à Dombasle et à la Madeleine, utilisent le sel pour la fabrication du carbonate de soude.

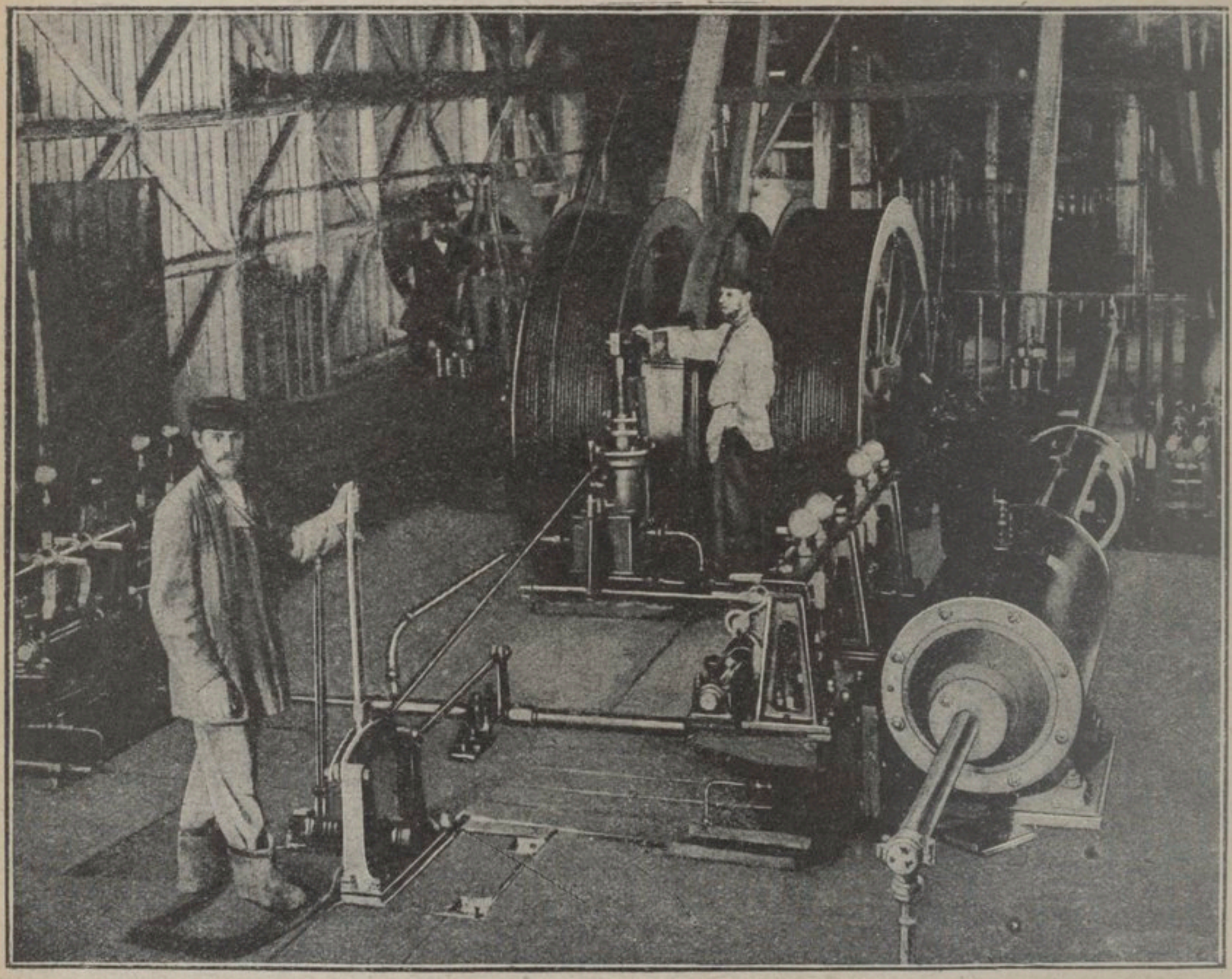
Après la Révolution, les anciennes salines du royaume de France continuèrent à être exploitées par la compagnie concessionnaire des salines et des mines de sel de l'Est. Les usines de Château-Salins et de Moyenvic ayant été fermées en 1826 et en 1831, toute la fabrication fut concentrée à Dieuze. Cette

VUE GÉNÉRALE D'IMPORTANTES MINES DE SEL GEMME (BASSIN DE DONETZ)

Ces établissements appartiennent à la Société française des houillères et sels gemmes de la Russie méridionale; ils sont situés, comme on voit, en plein steppe.

dernière installation fut vendue, avec toutes les concessions, en 1842, pour la somme de 8.081.000 francs à la Société de Grimaldi. En effet, l'Etat avait renoncé à son monopole d'exploitation des salines de l'Est en 1840, et cette industrie était redevenue libre.

A la suite du traité de Francfort, l'ancienne usine domaniale de Dieuze passa entre les mains de l'Allemagne en 1871, avec toute la partie du gisement correspondant à



SALLE DES MACHINES D'EXTRACTION DANS UNE MINE DE SEL RUSSE

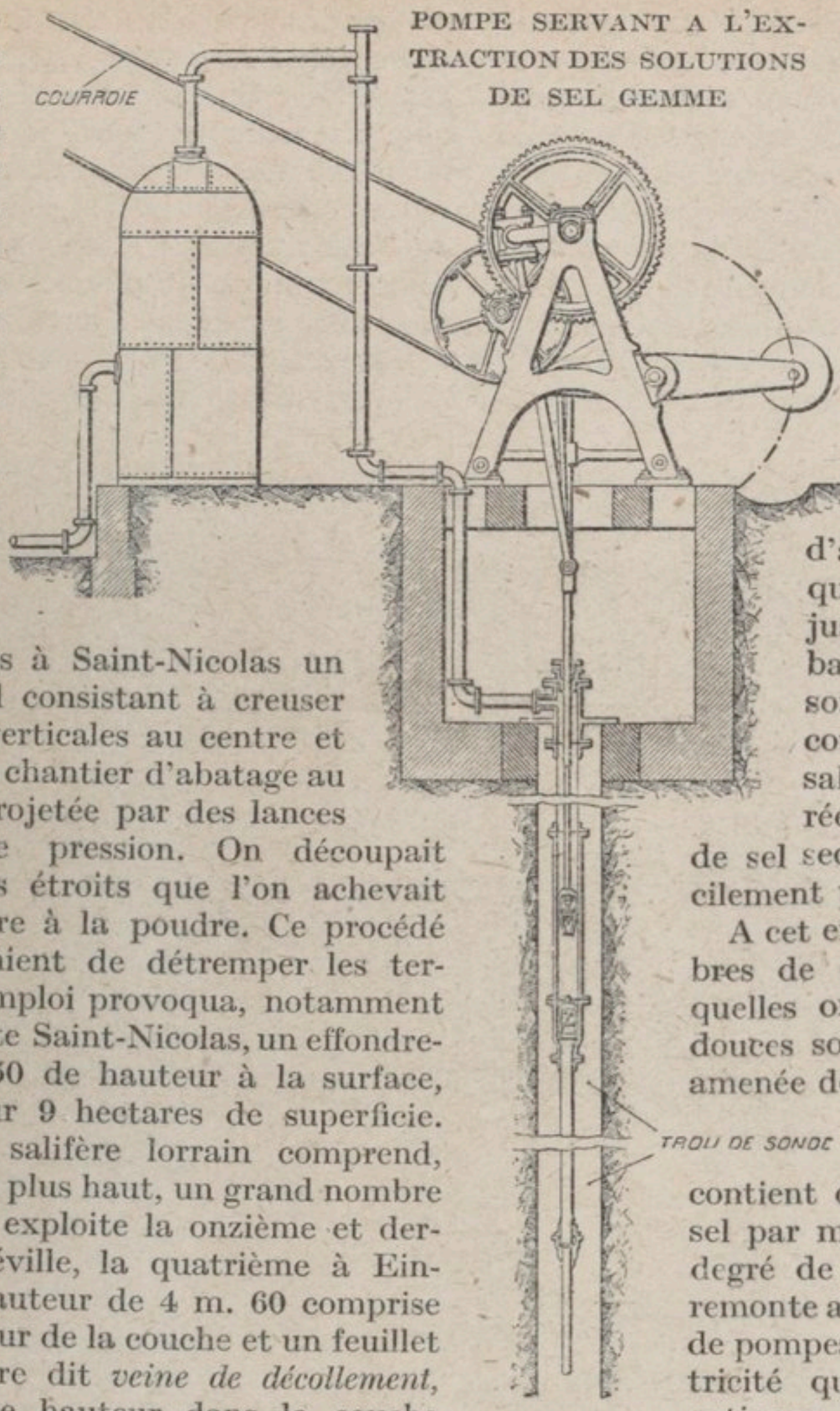
la haute vallée de la Seille, dans les régions de Vic, Château-Salins et Chambrey.

Il resta à la France un gîte salifère occupant une longueur d'environ 30 kilomètres, entre Tonnoy et la frontière, près de Vic, et 15 kilomètres de largeur, entre Nancy et Rosières-aux-Salines. Les concessions actuelles, au nombre de 22, s'étendent sur une superficie de 14.256 hectares le long de la route de Paris à Strasbourg, de la voie ferrée de Paris à Avricourt et du canal de la Marne-au-Rhin, circonstance qui a contribué à faciliter leur développement rapide.

L'exploitation des gisements de sel gemme se fait, comme celle de nombreuses carrières souterraines, sans aucune difficulté, par puits et galeries souvent très larges.

On commence par descendre jusqu'à la couche de sel à exploiter un puits d'extraction dont les parois sont revêtues d'un cuvelage dans les niveaux aquifères. On ouvre ensuite dans cette dernière une galerie centrale à partir de laquelle on trace, dans des directions rectangulaires, des galeries secondaires ayant 15 mètres de largeur, de manière à découper entre elles des piliers carrés ayant 15 mètres de côté. Cette méthode, dite *des piliers abandonnés*, laisse ainsi dans la mine le quart du sel total.

L'abatage a lieu à la poudre et au pic. Les trous de mine sont percés soit à la perforatrice à main, soit, dans certaines mines, à l'aide de perforatrices électriques. Les ouvriers font exploser les charges de poudre au moyen d'un cordon Bickford et détachent ensuite au pic les blocs désagrégés par l'explosion, qui sont quelquefois d'un volume considérable, atteignant presque 2 mètres cubes.



POMPE SERVANT A L'EXTRACTION DES SOLUTIONS DE SEL GEMME

Les principales galeries de roulage sont desservies par des locomotives électriques et l'on retire les produits dans des wagonnets que l'on remonte à la surface dans des cages suspendues à des câbles plats mus par une machine à vapeur. On employait autrefois à Saint-Nicolas un procédé original consistant à creuser trois entailles verticales au centre et sur les côtés du chantier d'abatage au moyen d'eau projetée par des lances sous une forte pression. On découpait ainsi des piliers étroits que l'on achevait ensuite d'abattre à la poudre. Ce procédé avait l'inconvénient de détremper les terrains, et son emploi provoqua, notamment dans la mine dite Saint-Nicolas, un effondrement de 3 m. 50 de hauteur à la surface, qui s'étendit sur 9 hectares de superficie.

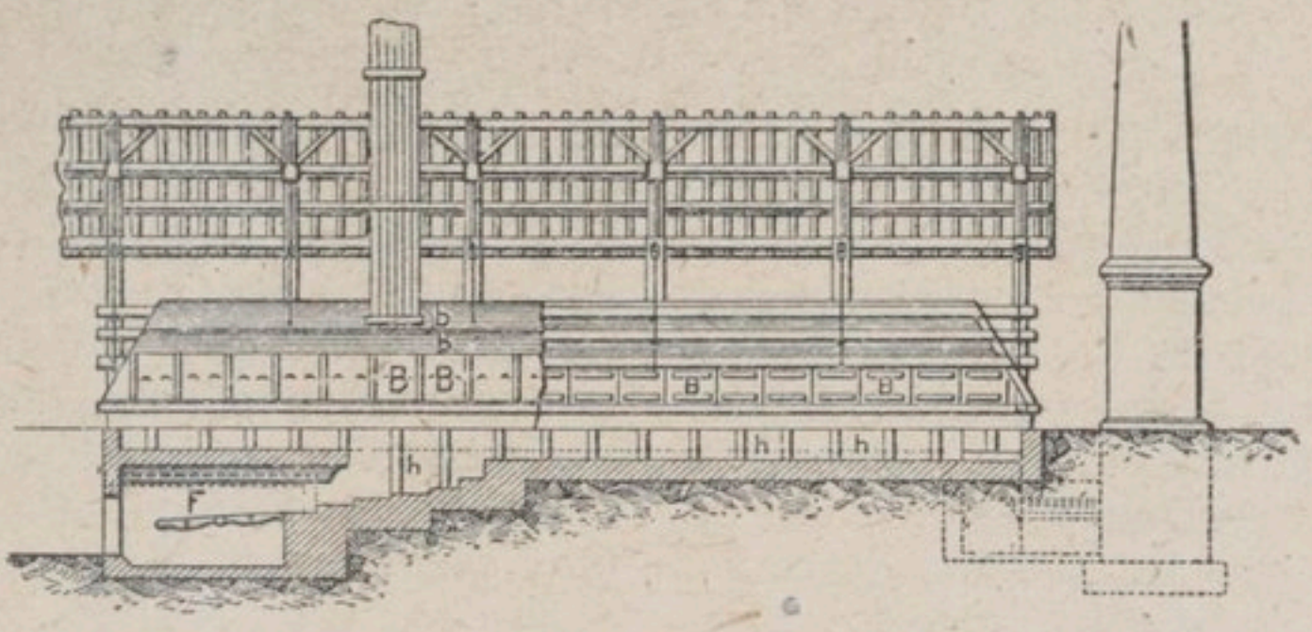
Le gisement salifère lorrain comprend, comme on l'a vu plus haut, un grand nombre de couches. On exploite la onzième et dernière à Varangéville, la quatrième à Einville, sur une hauteur de 4 m. 60 comprise entre le sol ou mur de la couche et un feuillet de marne salifère dit *veine de décollement*, intercalé à cette hauteur dans la couche de sel. Le mètre cube de vide, après triage des parties marneuses, que l'on abandonne au fond, donne environ 2.100 kilos de sel gemme marchand. La profondeur des puits varie entre 120 et 160 mètres.

Le sel gemme est vendu soit tout venant, soit en blocs choisis, soit *égrugé*, c'est-à-dire broyé dans un concasseur à mâchoires et à marteaux dénommé *égrugeoir*.

L'exploitation des courants salés souterrains est plus simple et moins coûteuse que celle des mines de sel gemme. Certaines de ces sources jaillissent naturellement du sol, tandis que dans beaucoup de cas on va les chercher dans l'intérieur de la terre au moyen de trous de sonde garnis de tubages de fer. On installe dans les tubages les tuyaux d'aspiration des pompes que l'on fait descendre jusqu'au point le plus bas de l'attaque. Les sondages rencontrent des courants naturels d'eau salée, des nappes saturées ou encore des bancs de sel sec que l'on exploite facilement par injection d'eau.

A cet effet, on crée des chambres de dissolution dans lesquelles on introduit des eaux douces souterraines ou de l'eau amenée de la surface au moyen de pompes. L'eau salée des sondages contient de 240 à 320 kilos de sel par mètre cube, suivant le degré de saturation, et on la remonte actuellement au moyen de pompes actionnées par l'électricité qui ont remplacé les antiques chaînes à godets et les roues de Dieuze et de Château-Salins.

La production du sel par évaporation d'un liquide saturé s'appelle *formation*. L'eau des sondages, amenée dans des bassins appelés *baissoirs*, est distribuée dans des appareils désignés sous le nom général de *poêles*.



INSTALLATION D'UNE POÊLE SERVANT A CONCENTRER LES SOLUTIONS SALINES

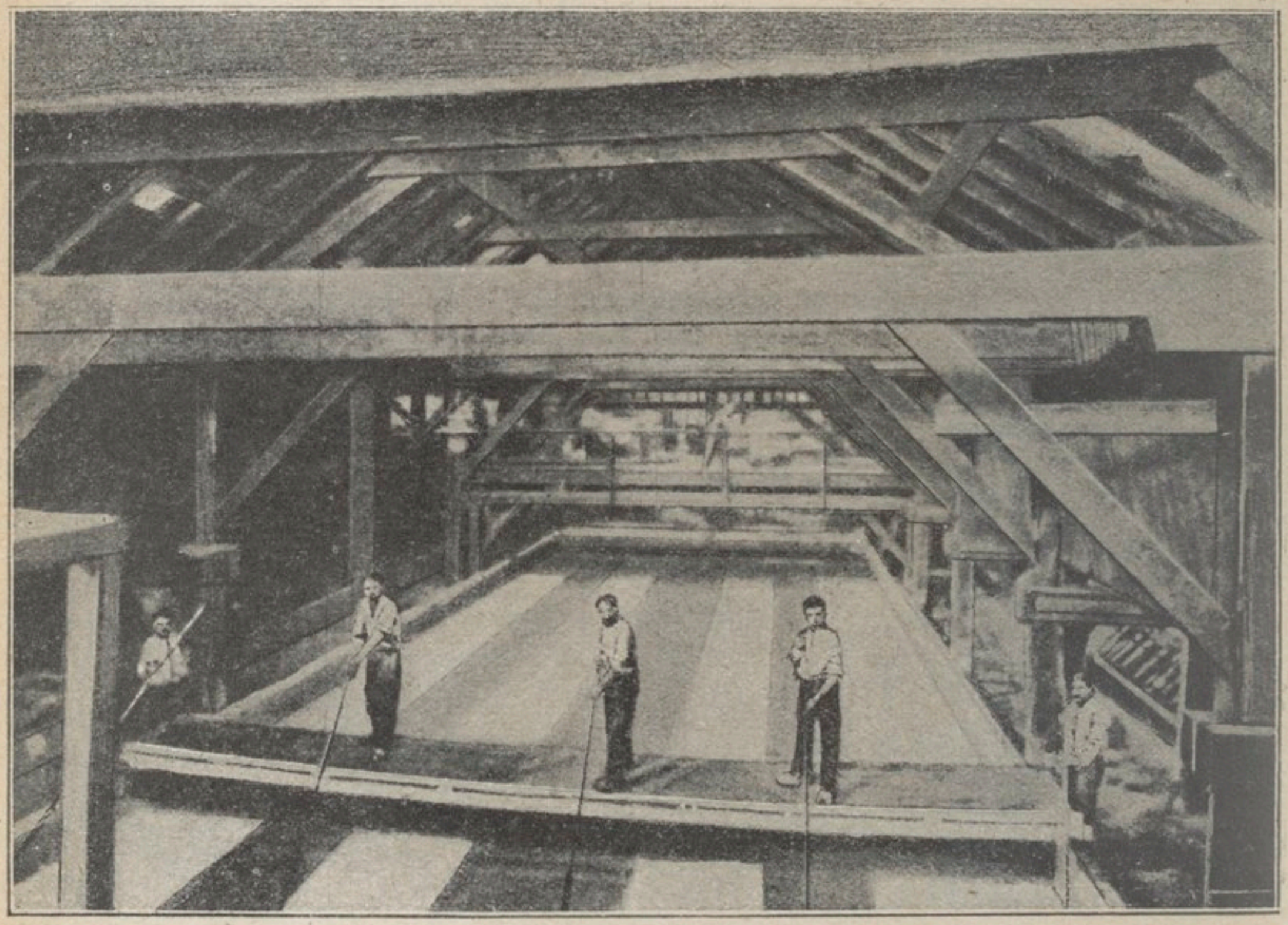
Les poêles sont des cuves de tôle de forme rectangulaire ayant 20 à 30 mètres de longueur, 6 à 8 mètres de largeur et 0 m. 50 à 0 m. 60 de profondeur. Chacune d'elles est pourvue

de deux foyers distincts. Les gaz de combustion, dirigés sous la poêle par un système de cloisons formant carnaux, parcourent plusieurs fois sa longueur avant de s'échapper par la cheminée. On dispose souvent, à la suite de chaque grande poêle, une autre plus petite chauffée par la chaleur des gaz perdus et dans laquelle la formation des cristaux de chlorure a lieu lentement, à une température variant de 40 à 50 degrés.

Les poêles sont recouvertes d'un revêtement de planches en forme de hotte appelé *manteau*, qui sert à éviter autant que possible la déperdition du calorique. Au milieu de ce manteau s'élèvent les cheminées ou *évaporatoires* conduisant les vapeurs au dehors.

On épure les eaux salées avant de les faire passer dans les poêles pour en retirer, par addition d'un lait de chaux, le chlorure de magnésium ainsi que les sulfates de soude et de chaux. Cette opération, appelée *schlotage*, élimine les impuretés sous forme d'incrustations qui se déposent sur les parois des poêles et que l'on enlève au moyen d'un râble constitué par une planchette rectangulaire de bois fixée à l'extrémité d'un long manche.

Le salinage consiste à rassembler, au moyen de râbles, les cristaux de sel au fur et à mesure de leur production sur les bords des poêles. On les laisse séjourner pendant quelque temps sur les faces inclinées du manteau où ils s'égouttent en laissant retomber dans la poêle la plus grande partie de l'eau mère qui les imprégnait. Les cristaux commencent alors à se dessécher un peu sous l'influence de la chaleur perdue des foyers, puis on les transporte au moyen de wagonnets dans de vastes cases après quelques mois, le sel est devenu marchand et peut être mis en sacs. On distingue quatre variétés de sel, connues dans le commerce sous les noms : sel fin-fin, sel fin, sel moyen, sel gros. La finesse du grain est d'autant plus grande que l'évaporation a lieu plus rapidement et à température plus élevée. Le sel fin-fin s'obtient généralement en agitant constamment l'eau salée en ébullition dans des poêles rondes ayant 7 mètres de diamètre. Un appareil à palettes, actionné par un arbre central vertical, agite constamment les eaux et rejette le sel fin-fin dans des auguettes latérales au fur et à mesure de sa production. On peut remplacer l'agitation due à l'ébullition par le spatulage.

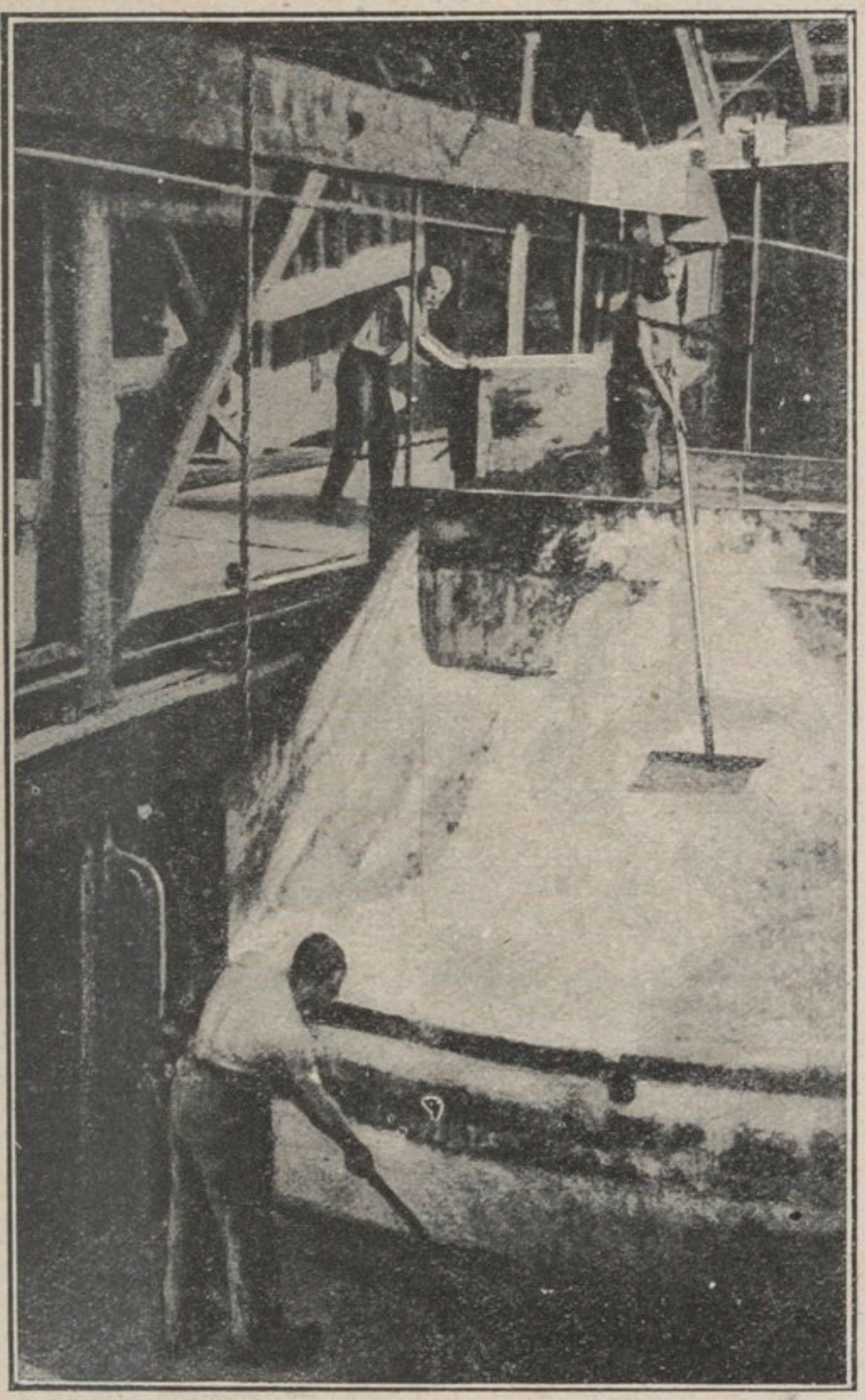


RAMASSAGE DU SEL AU RATEAU A LA SURFACE D'UNE POÊLE

On fait varier la durée du séjour du liquide dans les poêles et sa température pour l'obtention des trois autres variétés de sel. De là vient l'habitude de désigner les diverses vàriétés par le nombre d'heures qui s'écoulent entre deux levées ou salinages successifs ; on a ainsi des sels de 2, 6, 12, 24, 48, 72 et 96 heures.

Déduction faite des journées d'écaillage et de réparation, une poêle peut marcher 250 à 300 jours par an ; elle fournit en 24 heures, par mètre carré de surface, 13 kilogrammes de sel gros, 32 de sel moyen, 55 de fin et 70 de fin-fin.

En raison du droit de consommation de 10 francs par 100 kilos, la sortie du sel est surveillée par des employés des contributions indirectes ou des douanes habitant les usines et qui surveillent l'accomplissement des formalités de la régie. Les ouvriers qui mettent le sel en sacs, le pèsent et le chargent sur wagons ou sur bateaux. C'est ce que l'on appelle *l'équipe de la délivrance.*



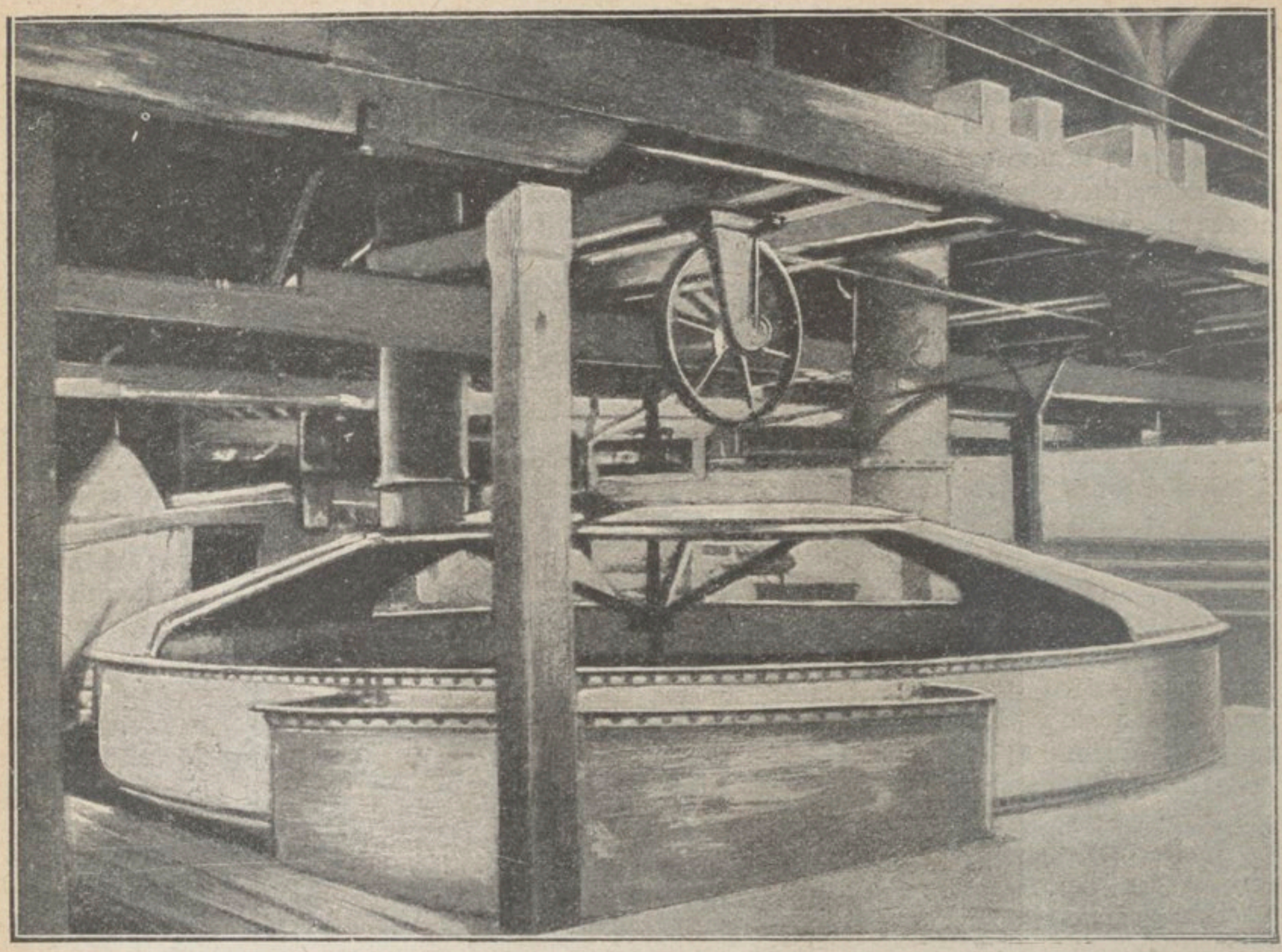
INTÉRIEUR D'UNE RAFFINERIE DE SEL

Pour donner lieu à l'installation de marais salants productifs, il ne suffit pas qu'une côte soit chaude, il faut aussi qu'elle soit exposée à un vent constant et sec. C'est ainsi qu'on a tenté, sans succès appréciable, d'établir des marais salants en Grèce et en Algérie, et que les essais faits dans ce but en Crimée ont complètement échoué. La Provence constitue une région type de marais salants, car elle est exposée au mistral et au courant d'air persistant qui s'écoule vers la mer dans la vallée du Rhône. La sécheresse du vent est un élément de réussite important. Ainsi les salines de l'ouest de la France, situées dans un pays relativement pluvieux et balayé par les vents venant de l'Océan, ont une production très inférieure à celle des salins de la Méditerranée. Alors que l'on récolte dans la Camargue 80 à 100 tonnes de sel par hectare de marais salants et par an, on ne recueille que 25 à 30 tonnes sur le littoral de l'Océan. On atteint 120 tonnes à Cagliari (Sardaigne) et jusqu'à 250 tonnes à Setubal (Portugal).

Il existe en France environ 18.000 hectares de marais salants occupant 10.000 ouvriers et groupés, d'une part, dans divers départements du Midi, à savoir : l'Aude, l'Hérault, le Gard, les Bouches-du-Rhône et le Var, et, d'autre part, dans le Morbihan, la Loire-Inférieure, la Charente-Inférieure, ainsi que dans certaines îles de l'Océan.

Les salins de la Méditerranée, dont les plus connus sont ceux de Martigue, de Giraud, de Berre, d'Aigues-Mortes, d'Hyères, etc.. ont une étendue totale d'environ 8.000 hectares en exploitation continue.

Un salin du Midi est un réservoir ayant une surface de plusieurs hectares dont le sol forme le fond : l'eau salée étant enfermée



VUE D'UNE POÊLE RONDE SERVANT A LA FABRICATION DU SEL FIN-FIN

OUVRIERS FROCÉDANT A LA MISE EN SACS DU SEL MARIN DANS UN SALIN DU MIDI

sous une simple épaisseur, afin de favoriser l'évaporation. Le marais est divisé en plusieurs réservoirs successivement parcourus par les eaux : les uns servant aux chauffoirs ou bassins d'évaporation, tandis que les autres sont destinés à la continuation de l'évaporation et surtout au dépôt du sel. Les chauffoirs forment deux séries de bassins. Les premiers, dénommés partènements extérieurs, reçoivent directement l'eau d'alimentation qui atteint la densité de 8° B. Dans les seconds, ou partènements intérieurs, on envoie l'eau fournie par les premiers, et, quand elle a atteint 24 degrés, on l'introduit dans les bassins de dépôt ou tables salantes. Les diverses subdivisions sont partagées en compartiments dont le sol offre une pente légère, de manière à ce qu'on puisse les faire parcourir successivement par les eaux grâce à des vannes de communication. De petites digues de terre, renforcées par des planches, établissent des séparations entre les tables salantes.

On voit ainsi que, grâce aux différences de niveau existant entre les différentes parties d'un salin, l'eau d'alimentation introduite dans les compartiments les plus élevés s'écoule peu à peu vers ceux qui sont situés le plus bas. Etant donné l'absence de marée dans la Méditerranée, il faut élever les eaux au moyen de pompes à un niveau suffisant pour qu'elles puissent parcourir tout le salin. Le dépôt du sel a lieu entre 25 et 30° ; à partir de ce point, le sulfate de magnésie et le chlorure de magnésium commencent à cristalliser en même temps que le chlorure de sodium. Les tables salantes reçoivent donc des eaux à 25° que l'on renouvelle et qui sont les plus riches en sel, tandis que les eaux déjà épuisées partiellement sont refoulées dans les dernières tables où se dépose du sel moins pur que l'on doit souvent raffiner. La récolte du sel s'opère à la fin de la campagne, quand le salinage

MISE EN CAMELLES DU SEL MARIN DANS LES SALINS DU MIDI

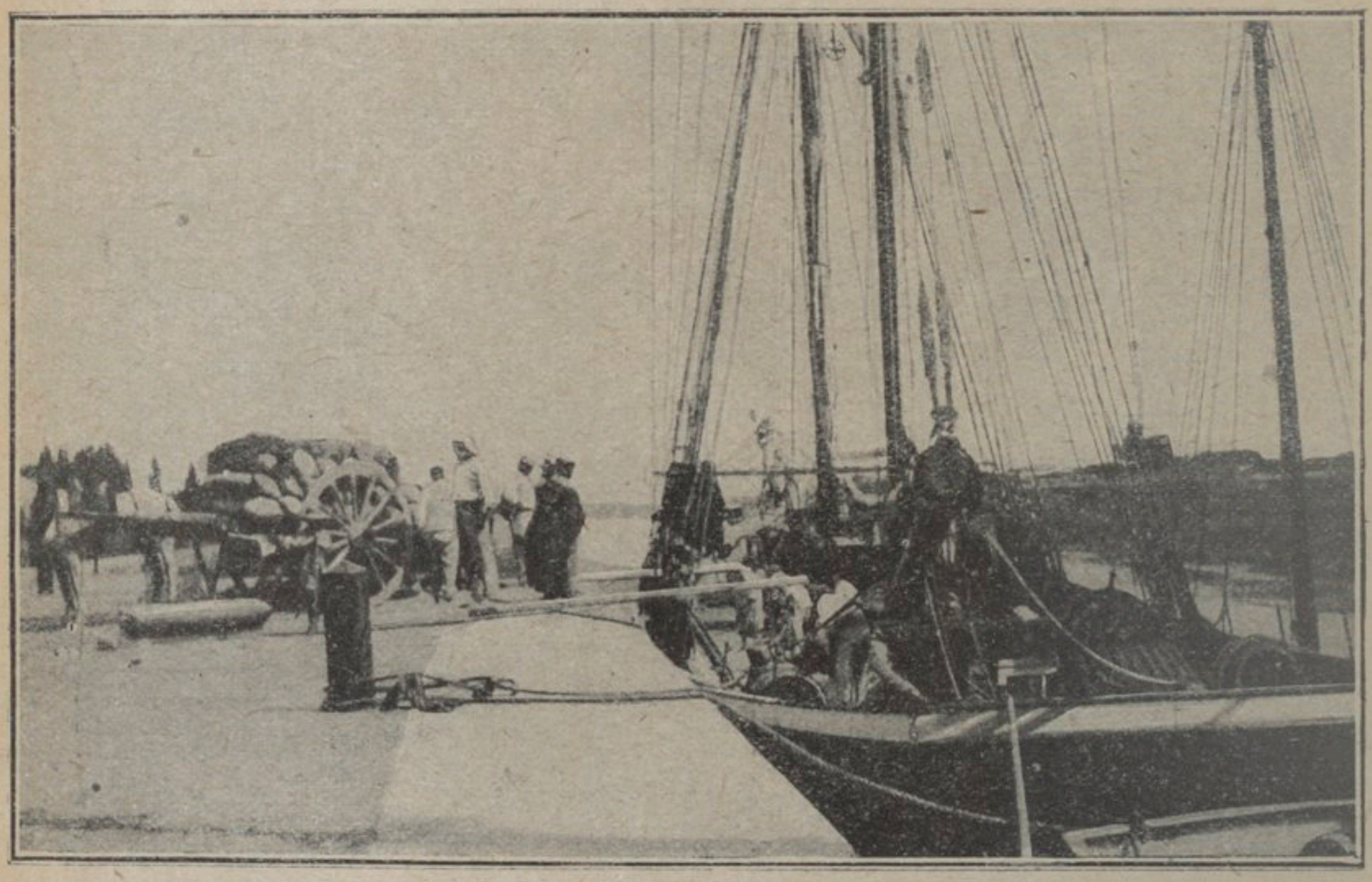
a été conduit de la manière indiquée ci-dessus pendant toute la belle saison. Le *levage* ou récolte a lieu au moyen de pelles plates, ferrées sur leur bord, et fixées à de longs manches de bois souple et solide inclinés d'environ 35° sur la surface de la pelle.

Le sel ainsi soulevé est disposé en tas autour des tables. Il peut ainsi s'égoutter lentement, et, après quelques jours, on l'accumule en tas d'un volume considérable, appelés *camelles*, qui mesurent plusieurs milliers de mètres cubes et dont la forme est celle d'un prisme triangulaire tronqué à ses deux extrémités.

La Compagnie des Salins du Midi a fait installer des transporteurs mécaniques qui permettent de constituer les camelles plus économiquement qu'avec les anciens paniers

transportés à bras d'hommes ou dans de petits wagons roulant sur des voies Decauville.

La conduite des salins est confiée à des ouvriers dénommés *sauniers* ou *saliniers*, dont l'office est de régler constamment la marche des eaux. Il faut en moyenne un saunier pour 20 hectares de marais pendant la campagne, qui dure de février à fin septembre. Le sel fourni par les salins de la Méditerranée est très blanc, tandis que ceux des marais salants de l'Océan produisent une grande quantité de sel gris dû à la présence de matières étrangères et surtout



EMBARQUEMENT DE SACS DE SEL SUR DES VOILIERS, A GUÉRANDE

d'argile. Ces derniers produits sont, par conséquent, moins estimés que les premiers.

Les marais salants de l'Ouest sont exploités depuis le milieu de mai jusqu'en septembre, et les premiers dépôts se forment en juin au début de la belle saison.

Dans les environs de Guérande, les *paludiers* font entrer l'eau de mer dans un grand bassin appelé *jas* ou *vasière*, placé à un niveau tel qu'il ne puisse être rempli qu'à l'époque des grandes marées et qu'il soit plus élevé que la série des bassins d'évaporation qui suivent. La cristallisation s'effectue dans les *œillets* ou tables salantes dans lesquels la couche d'eau est réduite à deux centimètres au voisinage des bords.

Un paludier vient tous les deux jours, armé de son *râble*, sorte de grand râteau en bois, et attire sur une petite plate-forme le chlorure de sodium formé dans l'œillet.

Le sel blanc recueilli à la surface est mis à part. Le gros sel ramassé au fond contient des particules terreuses ; ses gros cristaux présentent une teinte grise et il constitue le *sel gris* que les cuisinières considèrent à tort comme étant de qualité supérieure.

Ce produit est livré au commerce soit tel quel, soit simplement lavé, soit raffiné par une épuration complète. On lave le sel en l'agitant dans de l'eau déjà saturée, afin d'entraîner une partie des sels magnésiens et des matières insolubles qui restent en suspension dans l'eau de lavage. Une fois lavé, le sel est broyé entre des cylindres, ce qui lui donne la blancheur et le grain fin uniforme exigés par la clientèle.

Sur les côtes de l'Océan, au Croisic et au Pouliguen, par exemple, on raffine le sel en le dissolvant dans de l'eau douce. On évapore la dissolution dans des poêles rectangulaires en tôle chauffées au charbon. On obtient ainsi du sel fin-fin que l'on retire constamment, ou des sels moyens et gros qu'on extrait toutes les vingt-quatre ou toutes les quarante-huit heures seulement.

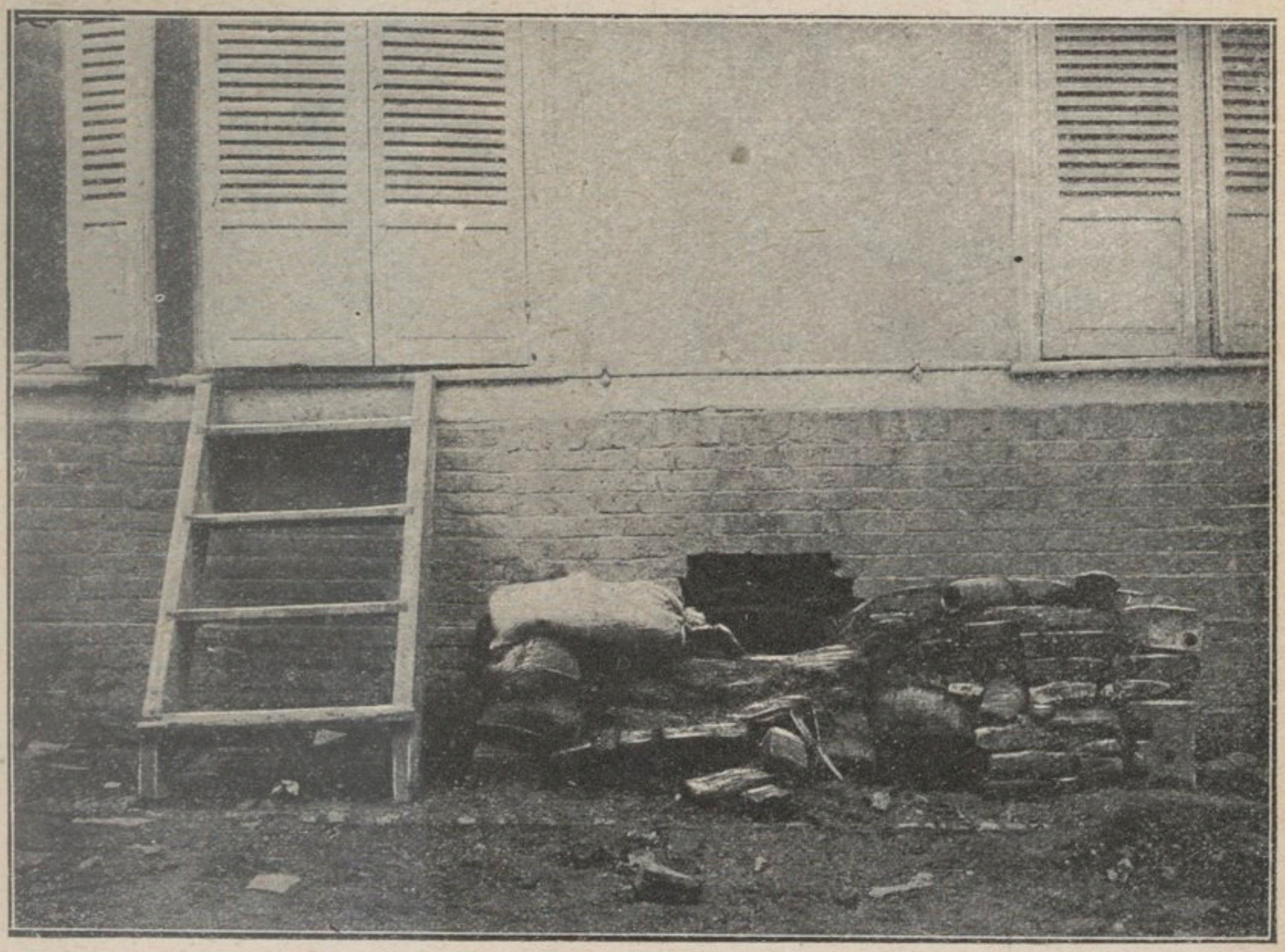
On voit donc que l'industrie du sel revêt des aspects très divers et qu'elle semble échapper à la plupaft des risques de guerre.

LÉON DELCOMMUN.

L'EXAMEN PSYCHO-PHYSIOLOGIQUE DES SOLDATS MITRAILLEURS

Par Octave GRIMAUD

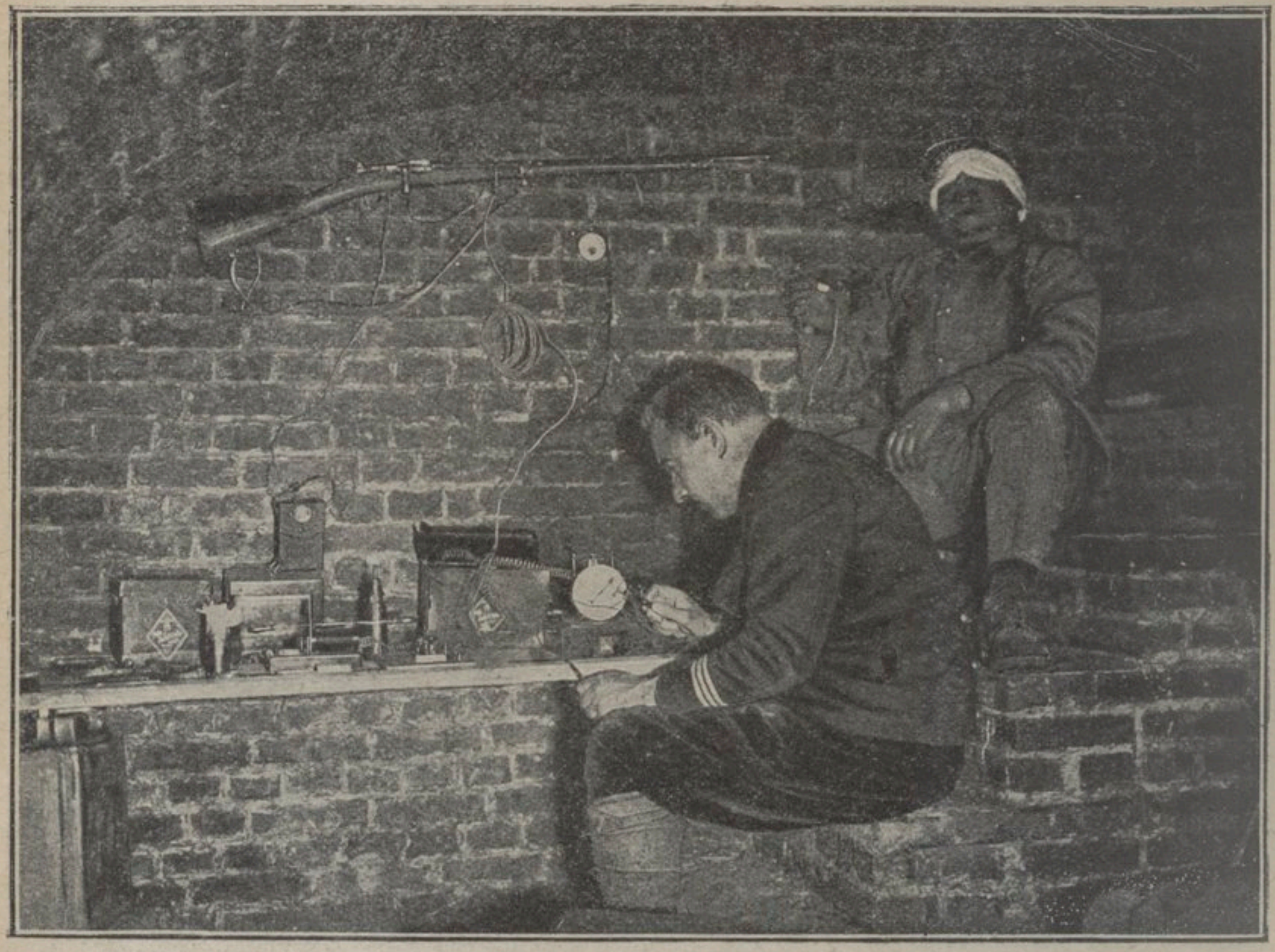
Un jeune savant français, mobilisé comme payeur aux armées, M. J.-M. Lahy, résolut d'occuper les loisirs que lui laissaient ses fonctions et les obus allemands, soit en Argonne, soit dans la Somme, à étudier les *gestes du mitrailleur*, au moyen des mêmes méthodes psycho-physiologiques qui lui permirent jadis de caractériser les aptitudes professionnelles de certains travailleurs. Non sans difficultés, il installa tant bien que mal un laboratoire sur le front, tantôt dans une maison abandonnée, tantôt dans une cave ou un hangar. Puis il se mit à la besogne, sans s'inquiéter des bombardements qui menacèrent plus d'une fois ses appareils délicats et son installation de fortune. Il commença par demander aux officiers de sa brigade de lui désigner les bons et les mauvais mitrailleurs, qu'il classa d'après leur valeur comme tireurs, comme chargeurs et aussi d'après leur sang-froid au feu. Il procéda ensuite à une série d'expériences méthodiques afin de caractériser l'ensemble des signes qui affirmaient leur aptitude générale. Pour sélectionner les tireurs, il leur faisait tirer d'abord 100 cartouches à 150 mètres sur une cible de 6 mètres de long et de 2 mètres de large, sur laquelle



ENTRÉE DU LABORATOIRE DE M. LAHY, SUR LE FRONT, DANS LA SOMME

Ce laboratoire était installé dans la cave d'une maison abandonnée et on y pénétrait assez difficilement par un soupirail, en écartant des sacs de terre et autres matériaux protecteurs.

on avait peint une ligne sinueuse noire de 0 m. 10 de large. Puis, dans une seconde suite d'épreuves, les homme tiraient 150 cartouches à la cadence normale de 300 coups à la minute sur une cible de 6 mètres sur 2 mètres, sise à 250 mètres et portant une bande noire de 0 m. 15 de largeur. Le classement des soldats en tant que chargeurs s'opérait en leur faisant alimenter une mitrailleuse Saint-Etienne tirant à la cadence



DANS SA CAVE, M. LAHY MESURE DES TEMPS DE RÉACTION AUDITIFS

L'observateur produit l'excitation par le choc d'un marteau, et le sujet qu'il commence à examiner a les yeux bandés au moyen d'un mouchoir.

rapide jusqu'à ce qu'un enrayage, provoqué par leurs gestes, vînt arrêter complètement le fonctionnement de l'arme.

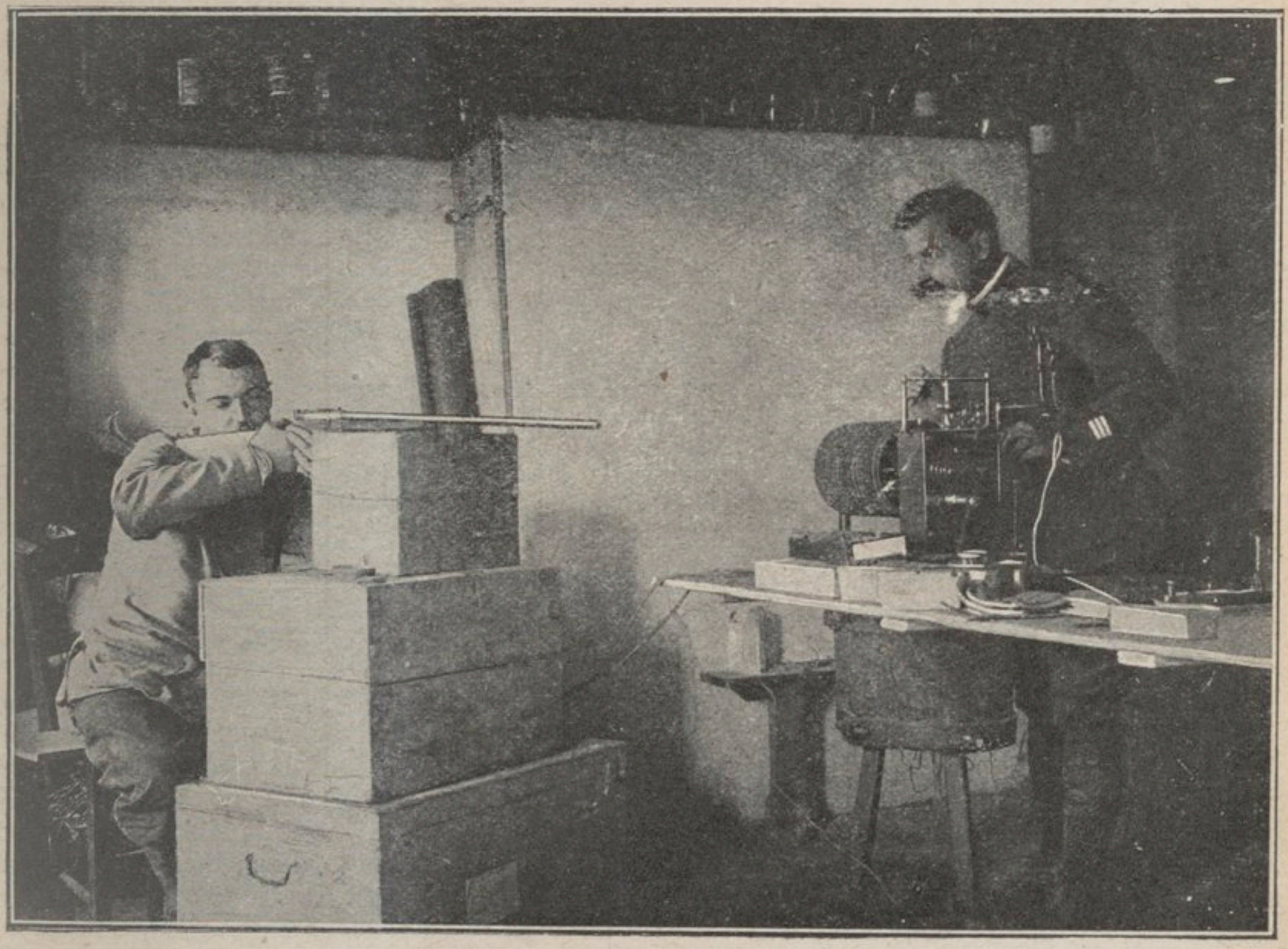
Mais en ce qui concerne leur sang-froid, M. Lahy dut s'en rapporter aux observations qu'il fit dans les combats et à l'appréciation des chefs, devant l'impossibilité matérielle de poursuivre ses investigations jusque sur le champ de bataille. Chose digne de remarque, les qualités des sujets décelées par les méthodes psycho-physiologiques concordèrent toujours avec une remarquable exactitude avec le classement professionnel, d'après les notes fournies par leurs officiers.

Ces premiers résultats, communiqués à l'Académie des Sciences de Paris, soulevèrent cependant quelques critiques, car les mesures des *temps de réaction* présentaient de très notables différences avec les chiffres obtenus par MM. Cámus et Nepper, chargés d'examiner les candidats à l'aviation dans leur service du Grand Palais, et avec les moyennes dites classiques établies antérieurement par M. Charles Richet. Sans prendre parti dans la controverse, qui dépasse d'ailleurs le cadre d'un article de vulgarisation, nous nous permettrons de remarquer que les deux séries d'expériences ne sont pas comparables entre elles. Un futur aviateur n'a certes pas encore acquis le « cran » d'un combattant éprouvé par le séjour de dix-huit mois sans interruption dans les tranchées. Il n'est donc pas prouvé qu'un « as » doive posséder des caractères physiologiques identiques à ceux d'un mitrailleur d'élite. En outre, la technique de mesure des temps de réaction varie avec chaque expérimentateur. Il se peut bien, d'ailleurs, que, dans la cave où

M. Lahy pénétrait par un soupirail et dans laquelle ses instruments reposaient sur une planche soutenue par un billot et un tonneau, la précision se ressente un peu des conditions défectueuses d'expérimentation. Quoi qu'il en soit, la conclusion générale de ses recherches est intéressante et il faut la retenir : *chez les bons mitrailleurs, les réactions visuelles et auditives semblent d'une rare brièveté.*

Mais avant de décrire la technique expérimentale, ouvrons une parenthèse sur la mitrailleuse française. Dans notre armée, comme dans toutes les armées belligérantes, d'ailleurs, l'équipe chargée de manœuvrer chacun de ces engins comprend un certain nombre d'hommes fixé par les règlements et qui est généralement invariable. Les uns sont chargés du transport de la mitrailleuse, les autres de son approvisionnement en munitions ; l'un d'eux a pour mission spéciale de l'alimenter en bandes de cartouches et un autre d'assurer le tir. Ces deux derniers exercent les fonctions les plus importantes de toute l'équipe. En cas de mise hors de combat, ils se remplacent l'un l'autre, et, à leur tour, le chef de pièce ou l'aide-chargeur se substitue aussitôt à eux. Le rôle de chaque homme est donc nettement déterminé, de façon qu'aucune confusion ne se produise au moment de la mise en action de l'engin, malgré les difficultés de toute nature qui se présentent souvent sur le front.

Ceci posé, analysons les gestes des quatre soldats d'élite les plus nécessaires au service de chaque mitrailleuse et les éléments psycho-physiologiques qui les caractérisent. Voici d'abord notre *tireur*, assis sur le siège bas adapté à son arme, les jambes étendues en avant, le corps légèrement voûté afin de maintenir l'œil à la hauteur du cran de mire, la main droite à la crosse, la gauche au volant. Pendant la bataille, il lui faudra accomplir un certain nombre d'opérations qui se succéderont dans un ordre variable, et il devra posséder la pleine maîtrise de lui-même en dépit des émotions de la fusillade, pour les réaliser avec la rapidité indispensable au maximum de rendement fonctionnel.



ÉTUDE DE LA « PLASTICITÉ FONCTIONNELLE » D'UN CANDIDAT MITRAILLEUR

L'observateur enregistre, au moyen d'un appareil spécial, les variations plus ou moins grandes du pouls et de la respiration dans le tir à la carabine.

Le tableau ci-dessous résume très exactement les gestes des mitrailleurs avec leurs caractéristiques psycho-physiologiques :

OPÉRATIONS	GESTES DU TIREUR	CARACTÉRISTIQUES psycho-physiologiques
1° Pointer.	Prompte immobilité musculaire.	Adaptation fonctionnelle.
2° Commencer le tir.	Presser la détente.	Rapidité motrice.
3° Finir le tir.	Lâcher la détente.	Absence de suggestibilité motrice.
4° Réglage en hauteur.	Main gauche au volant.	Rapidité motrice.
5° Réglage latéral.	Mouvements latéraux de la poignée avec la main droite.	Rapidité de décision, précision dans les petits mouvements.
6° Régler la rapidité.	Agir sur le tambour de vitesse.	
7° Passer du tir fixe au tir fauchant ou inversement.	Actionner le levier avec la main droite.	Dissociation des mouvements.

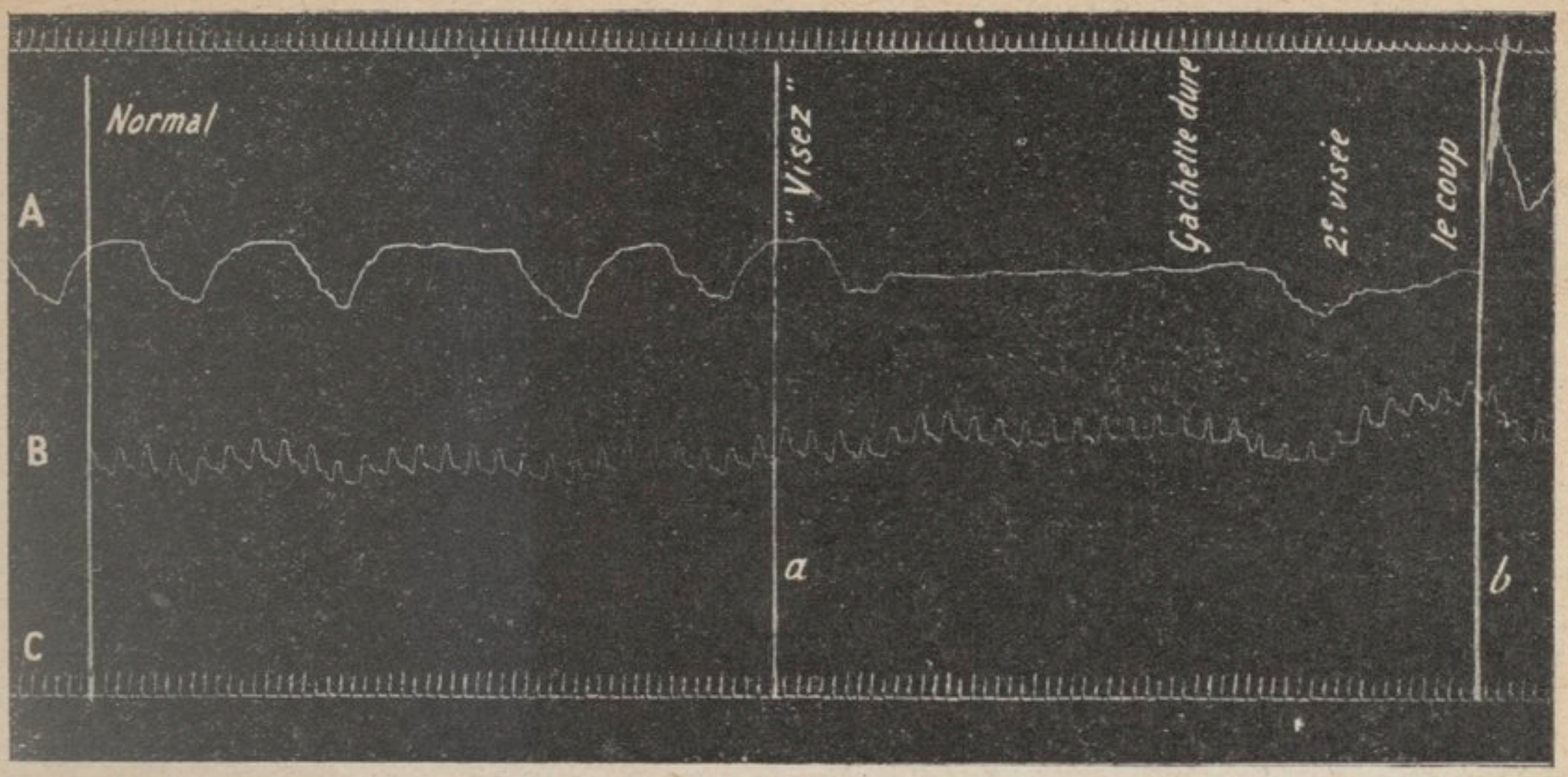
A son tour, le *chargeur*, un genou en terre, prend, sur un tas préparé à l'avance devant lui ou des mains d'un aide, les bandes de cartouches qu'il élève à 0 m. 80 de hauteur et qu'il engage dans le couloir d'alimentation de la mitrailleuse. Chaque bande doit se mettre exactement à plat et suivre la précédente sans la heurter ni laisser un vide, car la plus légère pression oblige le barillet à faire plus d'un douzième de tour et détermine un bloquage qui arrête le tir. Tout en étant moins complexes que les gestes du tireur, ceux du chargeur exigent une regularité parfaite et une très grande précision. Un chargeur habile et de sang-froid arrive à placer 24 bandes en deux minutes et demie. Quant à l'*aide-chargeur*, il remplit une fonction moins délicate, mais qui requiert cependant des aptitudes motrices excellentes : il tire les bandes de leur boîte, les dispose en tas devant le chargeur ou les lui remet directement, en ayant soin de glisser avec dextérité le doigt sur les culots pour s'assurer qu'ils sont tous bien alignés ; si l'un d'eux dépasse, il provoque, en effet, un enrayage. Du reste, les premiers résultats obtenus par M. Lahy simplifièrent sa besogne, car il observa que, sauf des différences secondaires, les bons tireurs se montraient presque toujours d'excellents chargeurs, pleins de sang-froid, et le témoignage de leurs chefs vint confirmer l'exactitude des mesures psycho-physiologiques les concernant.

Pour l'étude des *temps de réaction*, M. Lahy employa un chronoscope nouveau, à marche électrique, différant quelque peu du chronomètre de d'Arsonval. L'aiguille se meut à la vitesse de un tour par seconde, sur un cadran gradué en cent parties et qu'entraîne un électro-aimant servant d'axe à l'appareil. Sur l'autre face, l'aiguille est attirée par un second électro-aimant dont un léger ressort aide l'action. Quand le courant passe dans les deux électros, l'aiguille reste fixe, mais à la rupture du courant de l'électro immobile, l'aiguille se trouve entraînée à une vitesse connue. D'autre part, un diapason entretenu électriquement donne cinquante vibrations doubles par seconde, et un interrupteur placé sur la lame permet de laisser passer, à chaque mouvement oscillatoire, un courant d'une très courte durée dans l'électro-aimant, qui exerce ses attractions successives sur les dents de la roue motrice de l'axe de l'instrument. Une tension de 6 volts est suffisante pour actionner le système au cours des expériences.

Grâce à ce chronoscope, M. Lahy mesura les *temps de réaction auditifs* en produisant l'excitation par le procédé habituel, c'est-à-dire par le choc d'un marteau qui, en rompant le courant, déclanche l'aiguille. Il bandait les yeux de son sujet.

Pour déterminer les *temps de réaction visuels*, il s'adressa d'abord à la lampe électrique qu'il survoltait. Il se servit d'une clef spéciale capable de régler, d'une façon simultanée, la rupture du courant du chronoscope et l'établissement du courant de la lampe à l'aide de deux signaux de Desprez. Par la suite, il abandonna cette dernière, à cause de l'inertie des filaments et employa, pour illuminer le tube de Plucker, une bobine de Ruhmkorff introduite dans le circuit du chronoscope. Enfin, il perfectionna encore la technique en supprimant le tube de Plucker et en bloquant la vis du trembleur ; il obtenait, lors de la rupture du courant, une étincelle qui jaillissait entre deux électrodes convenablement placées. De la sorte, le ronflement du trembleur n'influençait plus le mitrailleur soumis à l'exp rience ; celui-ci percevait dans l'obscurité une excitation vive, nette et brève, sans retard appréciable.

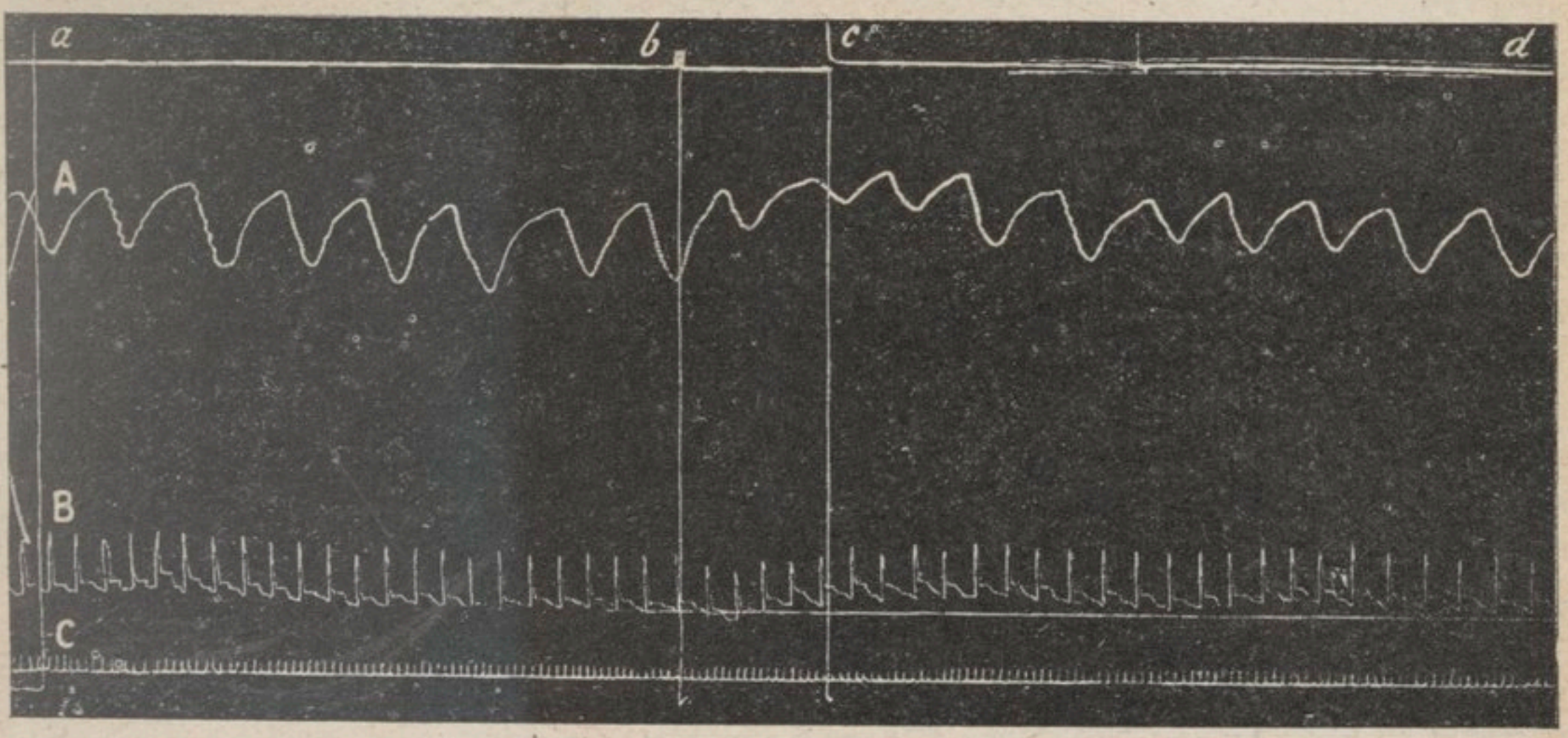
Des chiffres obtenus par M. Lahy au cours de son enquête, il ressort que des temps de réaction très rapides et un écart moyen faible caractérisent les mitrailleurs d'élite qu'il



GRAPHIQUE D'UN SOLDAT APTE A FAIRE UN « EXCELLENT » MITRAILLEUR

A, *respiration ;* B, *pouls ;* C, *temps en cinquième de seconde. — On remarque sur ce graphique un phénomène très net de « plasticité fonctionnelle » : arrêt de la respiration, hausse de la pression sanguine, augmentation du nombre des pulsations. Au moment de tirer, le sujet, se rendant compte de la résistance de la gâchette, fait une seconde visée*

examina, soldats aguerris, à la vérité, par un séjour de dix-huit mois dans un secteur de l'Argonne où les lignes françaises et allemandes se rapprochaient parfois jusqu'à 50 mètres. Sans cesse aux aguets dans cette région boisée, propice aux surprises, où la moindre distraction pouvait leur coûter la vie, ces hommes devaient éviter tantôt une balle, tantôt un obus de tranchée ou quelques grenades. On comprend que, sous de telles menaces, ces soldats se soient montrés prêts à réagir avec une singulière vigueur, afin d'échapper par leur habileté motrice et la promptitude de leurs gestes aux perpétuelles épées de Damoclès suspendues sur leurs têtes ! Il ne semble donc pas extraordinaire que M. Lahy ait trouvé, pour les temps de réaction visuelle comme pour les temps de réaction auditive, des chiffres inférieurs respectivement de 2,64 et de 0,18



VARIATIONS DE LA RESPIRATION ET DU POULS CHEZ UN « BON » MITRAILLEUR

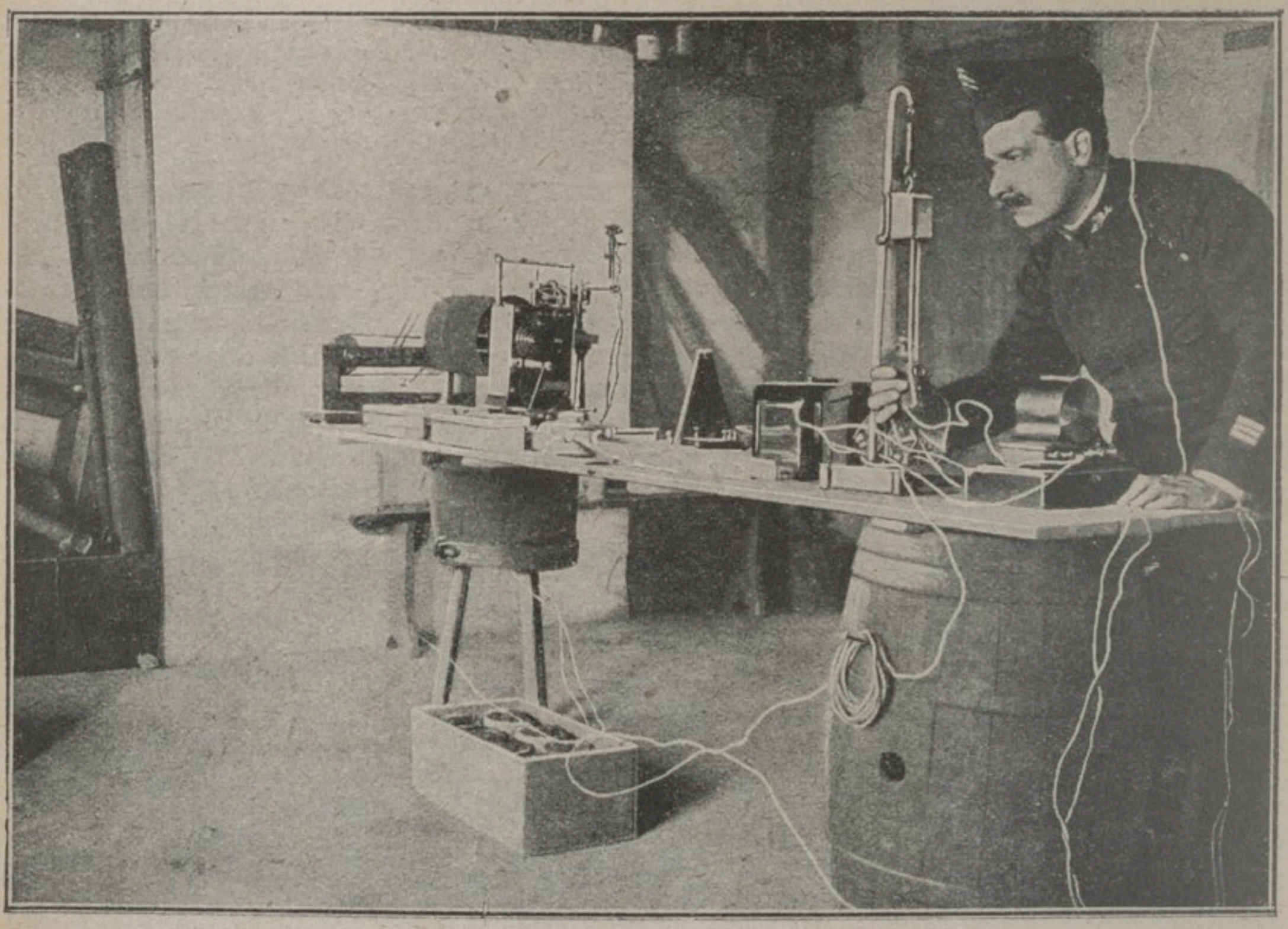
A, *respiration ;* B, *pouls ;* C, *temps en cinquième de seconde. — De* a *à* b, *courbe normale ; en* b, *commencement de la visée ; en* c, *départ du coup ; de* c *en* d, *retour à la normale.*

aux moyennes établies par M. Richet. Les mesures pour les vingt premiers soldats lui donnèrent, en effet, les résultats consignés ci-contre.

	Temps de réaction visuelle.	Temps de réaction auditive.
Pour les treize mitrailleurs d'élite.....	14,40	11,57
Pour les sept mauvais mitrailleurs.....	21,42	18,84
Moyenne générale.....	16,86	15,18

Or, les moyennes dites classiques sont de 19,5 pour les temps de réaction visuelle et de 15,00 pour les temps de réaction auditive. Les chiffres de M. Lahy n'ont, comme il leur attribue lui-même, qu'une valeur relative : « la valeur d'élite mesurée en chiffres variant avec le nombre des candidats et celui des places de mitrailleurs disponibles ».

Quoi qu'il en soit, le sagace psychologue poursuivit son enquête en étudiant la *rapidité dans la répétition d'un mouvement* par la méthode suivante : au moyen d'un stylet, le sujet exécute aussi vite que possible une série de frappes sur une plaque de cuivre. Ce stylet, en ébonite, long de 0 m. 12 environ, se termine, d'un côté, par une petite boule de cuivre, et, de l'autre, par la borne où s'insère le conducteur électrique souple. Une tige de cuivre suivant l'axe de l'appareil réunit les deux extrémités. La mise en contact du stylet et de la plaque ferme le courant électrique pendant qu'un signal de Desprez, introduit dans le circuit, marque sur un cylindre enregistreur chaque coup donné par le soldat. D'après les chiffres observés, la valeur professionnelle d'un mitrailleur ne dépend pas de la rapidité motrice qu'il possède. A priori, cette constatation paraît bizarre, mais elle s'éclaire si on introduit l'*indice de fatigabilité*, autrement dit la différence numérique entre le nombre de tapes frappées par un sujet au début d'une expérience et le nombre frappé au



RÉGLAGE DE LA CARTE VIBRANTE DU CHRONOSCOPE

A gauche, on voit l'appareil enregistreur. Une planche reposant par l'une de ses extrémités sur un tonneau et par l'autre sur un billot sert de table d'expérience.

cours des cinq dernières secondes de la même épreuve, lorsque l'homme éprouve un fléchissement de sa rapidité motrice. Grâce à ce nouveau caractère physiologique, M. Lahy éclaircit le point obscur signalé plus haut et formule la règle suivante : *à indice de fatigabilité identique, le meilleur chargeur possède également la rapidité motrice la plus grande.*

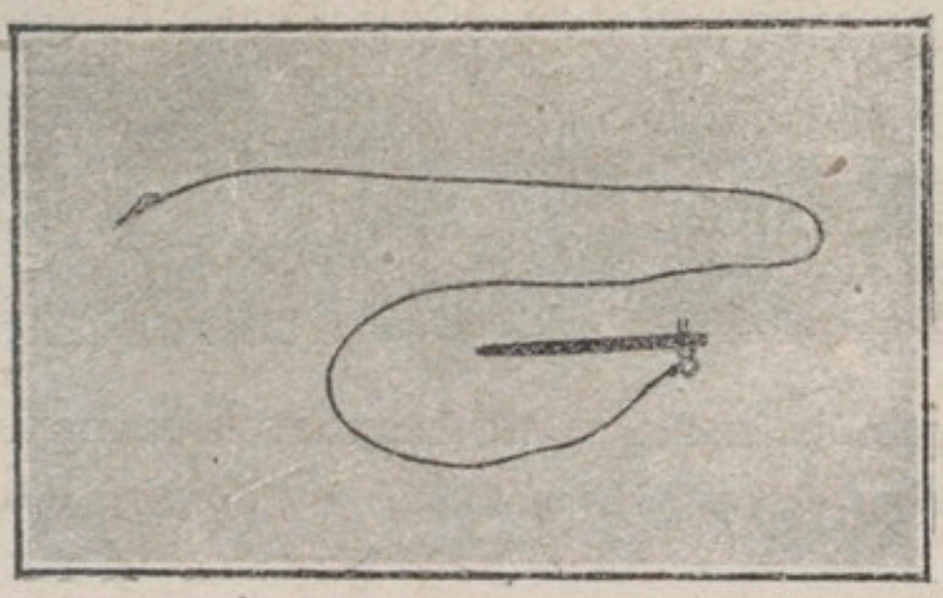
D'autre part, en étudiant au moyen de l'appareil de Binet la suggestibilité des mitrailleurs, il se rendit compte que les meilleurs d'entre eux reproduisent non seulement les arrêts et les départs du mouvement communiqué par l'expérimentateur, mais encore les plus légères variations de vitesse, tandis que les mauvais « manieurs de moulins à café » se distinguent par une sorte d'hallucination motrice ; ils croient sentir des impulsions mystérieuses qu'on n'imprime pas à leur main.

Enfin, pour rechercher les signes physiologiques qui caractérisent le sang-froid, il s'adresse à la notion de *plasticité fonctionnelle*, qui lui avait servi précédemment à déceler le sens des modifications organiques profondes dans les efforts d'attention volontaires et brefs. La maîtrise de soi implique, en effet, une lucidité d'esprit parfaite, une coordination raisonnée des gestes, malgré les influences perturbatrices. Il faut, en particulier, qu'au cours du plus vif combat, un bon mitrailleur penche la tête à gauche pour s'assurer du point d'arrivée des balles et rectifie son tir ; ses muscles doivent obéir aux directions imprimées par son cerveau en manœuvrant le volant et la crosse, sans qu'aucune émotion ne vienne fausser ses pensées ou influencer son habileté motrice.

DISPOSITIF POUR L'ÉTUDE DES GESTES

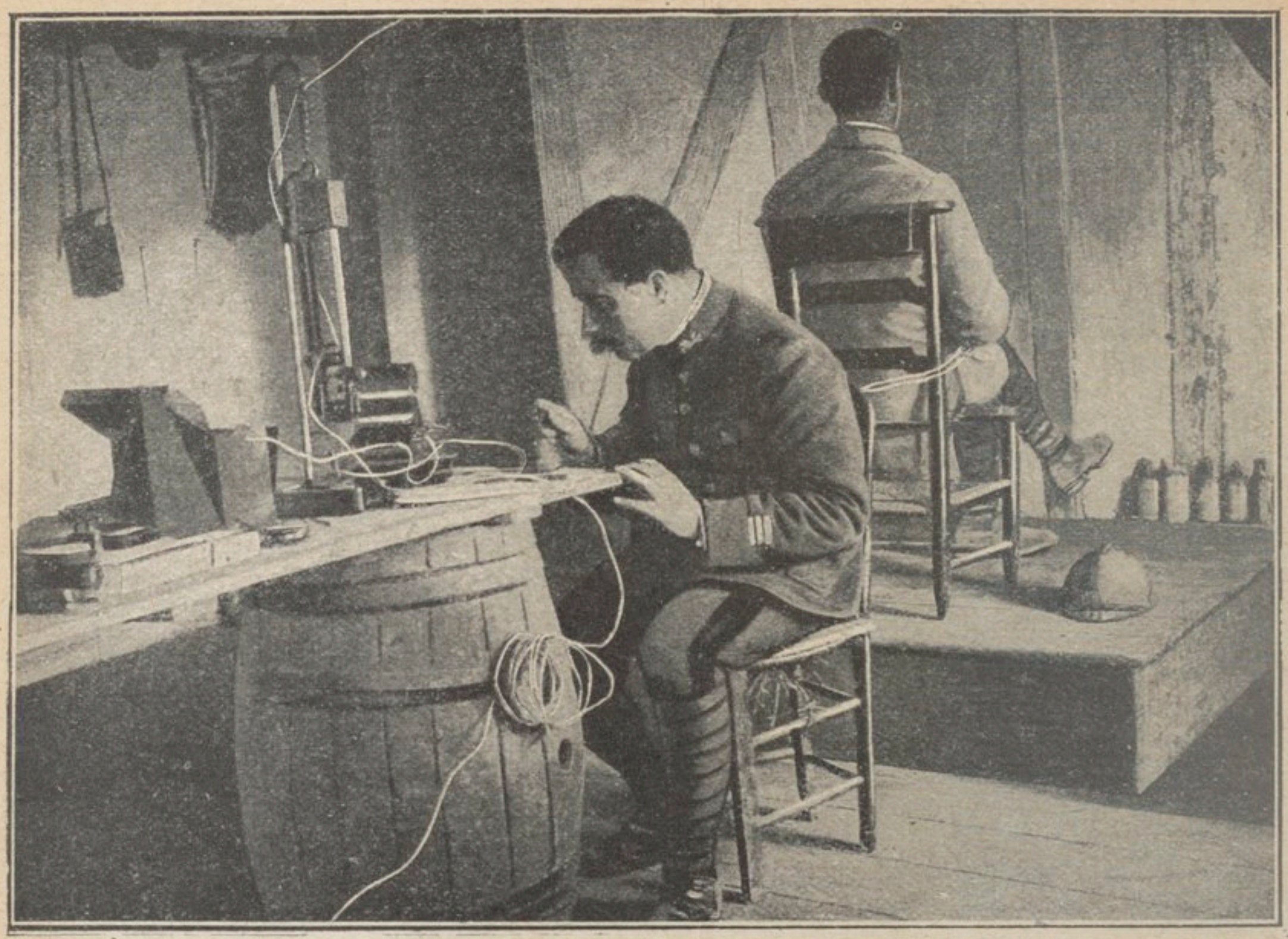
Il s'agit ici de la mesure de la rapidité dans la répétition d'un mouvement.

Enregistrons donc les variations de la *respiration* et du *pouls* d'un sujet qui exécute un acte bref mais nécessitant un effort considérable d'attention, par exemple le tir à la carabine. On note la respiration à l'aide du pneumographe de Paul Bert, le pouls au moyen du sphygmographe de Marey, le commencement de l'expérience par un signal correspondant à l'ordre « Visez », et la fin par l'enregistrement du coup lui-même, grâce à un dispositif spécial, très ingénieux, adapté à l'arme.



STYLET DE CONTACT EMPLOYÉ DANS L'ÉTUDE DES GESTES DES MITRAILLEURS

Chez les sujets d'élite, la courbe de la

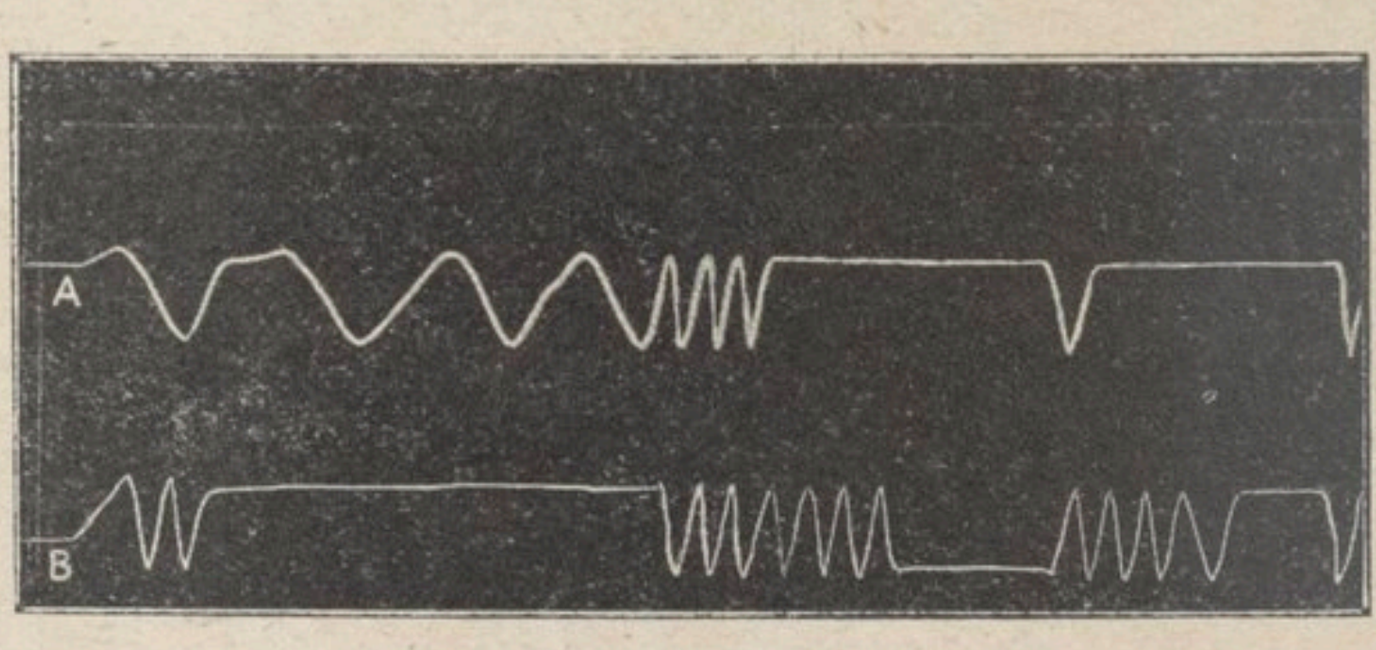


CHRONOSCOPE LAHY POUR LA MESURE DES TEMPS DE RÉACTION DES MITRAILLEURS

Cette photo montre les positions respectives de l'opérateur et du sujet pendant les expériences.

pression sanguine se maintient horizontale avant l'expérience ou légèrement et rythmiquement ondulée ; elle s'élève ensuite dès le commencement de la visée. Son ascension s'accroît progressivement jusqu'au coup de fusil qui marque la fin de l'effort volontaire, puis elle retombe progressivement. La rapidité de ce retour à la normale dénote une plus grande plasticité fonctionnelle du cœur. Au contraire, les hommes qui manquent de sang-froid fournissent des courbes à allure irrégulière. La régularité de la réaction circulatoire, son importance, sa soudaineté, constituent donc les signes objectifs de la plasticité fonctionnelle puisqu'ils sont complètement indépendants de la forme générale des modifications respiratoires.

En définitive, les constatations scientifiques de M. Lahy s'accordent pleinement avec les expériences de la guerre actuelle. Sur le champ de bataille, le courage des mitrailleurs importe encore plus que la précision et la rapidité de leurs gestes à servir leurs terribles « arrosoirs du diable » ! La plasticité fonctionnelle fournira le renseignement psycho-physiologique le plus précieux sur chacun d'eux puisque, en fixant le degré de leur sang-froid, elle donne le signe de leur *valeur morale* pendant l'action.



SUGGESTIBILITÉ D'UN MAUVAIS MITRAILLEUR

A, *graphique de l'impulsion donnée par l'expérimentateur ;* B, *réplique du sujet.*

Octave Grimaud.

LES APPAREILS A FUMÉE ALLEMANDS

Par René GRASSET

De tout temps, les armées en campagne se sont ingéniées à dissimuler leurs mouvements aux yeux de l'adversaire. Les nombreux et efficaces moyens d'observation, tant terrestres qu'aériens, dont disposent les états-majors actuels rendent aujourd'hui cette tâche singulièrement ardue. Et, cependant, jamais elle ne fut plus indispensable, car la précision et la vitesse de tir des armes à feu modernes permettent d'atteindre à coup sûr et sans délai aucun le but découvert.

C'est par suite de ce danger permanent à éviter que les pratiques du camouflage et les phénomènes de mimétisme, dont les exemples typiques parsèment déjà l'histoire des guerres passées, se sont multipliées au point de nécessiter la création de services spéciaux extrêmement importants.

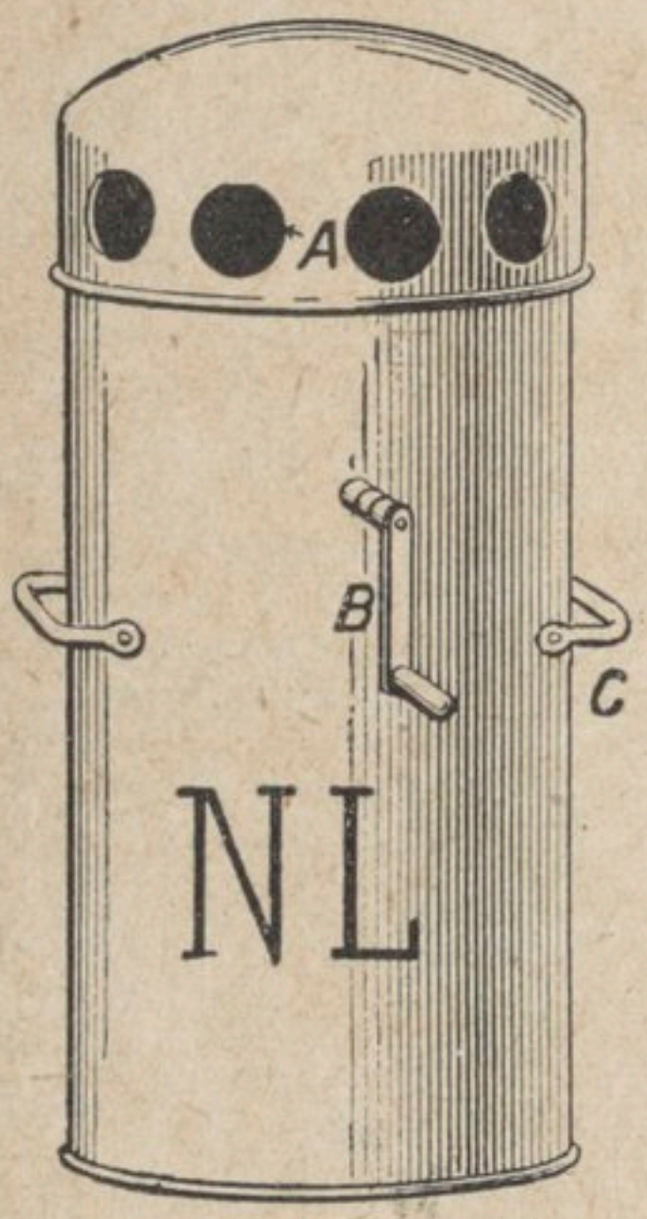
La chimie, notamment, a permis, sinon d'innover, tout au moins d'appliquer plus largement certaines méthodes. Les barrages de fumée que produisent les Allemands à l'aide d'appareils tels que le *Nebel-Trommel (NT)* ou tambour à fumée, le *Nebel-Topf (NL)* ou pot à fumée, le *Nebel-Kasten (NK)* ou boîte à fumée, nous en apportent en ce moment un caractéristique exemple.

Ces appareils donnent naissance à de vastes nuages de fumée blanche et opaque que le vent étire en grands écrans venant s'interposer entre les lignes allemandes et les nôtres.

Les appareils que nos ennemis emploient le plus volontiers actuellement sont le *Nebel-Topf (NL)* et le *Nebel-Kasten (NK)*.

Le *NL* ressemble assez par sa forme à ces boîtes de « plaisirs » que les marchands ambulants promènent à travers les jardins publics. Sa hauteur est de 0 m. 91, son diamètre de 0 m. 38, son poids total de 69 kilogrammes. Il se compose extérieurement d'un cylindre métallique que l'on peut soulever par deux poignées plates en métal insérées sur son pourtour à mi-hauteur. Une longue manivelle pend sur l'un des côtés. Il est coiffé d'un couvercle à vis, ayant l'aspect d'une calotte et percé sur toute sa ceinture, de distance en distance, de petites ouvertures rondes.

Le couvercle enlevé, on trouve à l'intérieur un récipient sphérique en fer, contenant un mélange de 12 l. 200 d'anhydride et de chlorydrine sulfurique, surmonté d'un bouchon à vis et pouvant se retourner grâce à deux pivots placés à chaque extrémité de son axe et actionnés par la manivelle que nous avons vue tout à l'heure retomber au dehors. A quelque distance plus bas, et occupant tout le fond du cylindre, est logé un tambour en fer, clos par un couvercle et renfermant 17 kg. 700 de chaux vive et tendu à sa partie supérieure d'une fine toile métallique.



" NEBEL-TOPF "
(Vue extérieure)

A, *trous pratiqués dans le couvercle pour la sortie de la fumée;* B, *manivelle extérieure;* C, *poignée pour le transport de l'appareil.*

On fait fonctionner ce générateur de la façon suivante : on ôte d'abord le couvercle du tambour contenant la chaux vive, et l'on retire le bouchon à vis du récipient renfermant l'acide. On fait ensuite tourner ce dernier de 180° au moyen de la manivelle. Le liquide tombe goutte à goutte sur la toile métallique, la traverse pour s'écouler sur la chaux, et la chaleur de la réaction volatilise le produit fumigène. La fumée s'échappe alors en tourbillonnant par les trous du couvercle supérieur et s'élève en grosses volutes dans le ciel.

Le *Nebel-Kasten* ou *NK* recourt, pour produire sa fumée, à la même réaction chimique que le *NL*, mais il est construit de façon différente. Sa hauteur est de 0 m. 40, son diamètre de 0 m. 35, son poids total de 54 kilogrammes. Il se compose d'un socle supportant une boîte de fer rectangulaire et contenant 10 kg. 900 de chaux vive en morceaux. Ce récipient est dominé par un tambour en fer que soutient, à chaque extré-

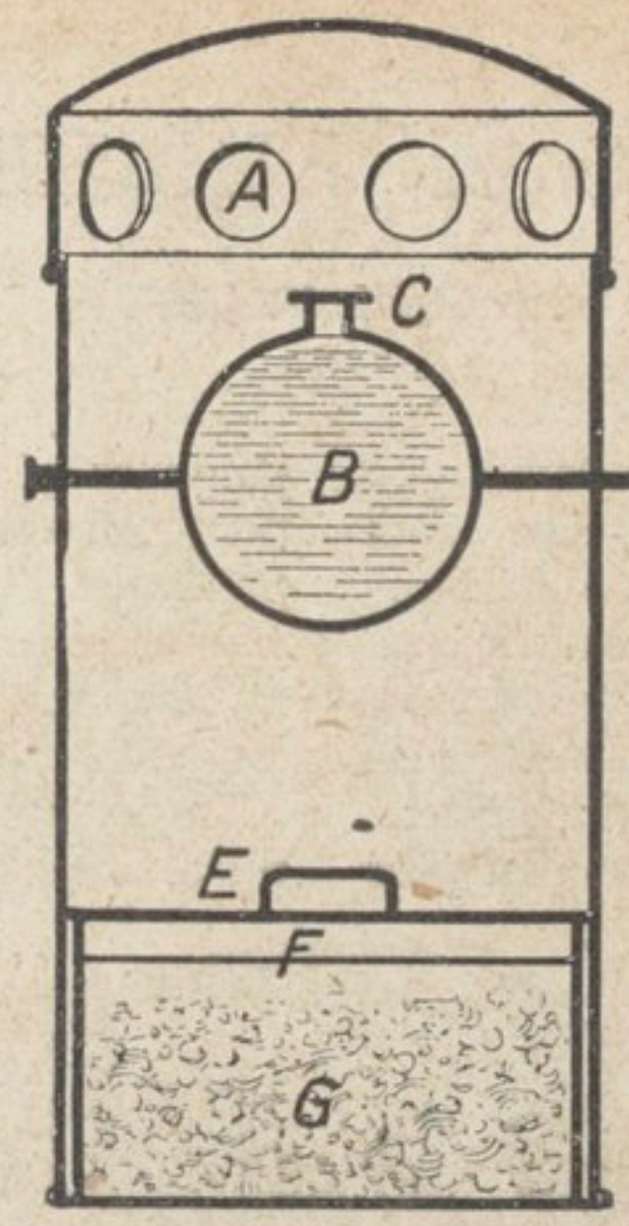
mité, une tige métallique et pouvant tourner autour de son axe au moyen d'une manivelle. Il est également muni à sa partie supérieure d'un bouchon à vis. Il est rempli de 8 l. 800 d'un mélange d'anhydride et de chlorydrine sulfurique. Le mode d'emploi est le même que pour le précédent appareil. Après l'avoir renversé d'un tour de manivelle, on fait s'égoutter le tambour au-dessus du récipient à chaux. De la réaction naît immédiatement la fumée.

Le *Nebel-Trommel* ou *NT*, bien que plus efficace que les deux autres modèles, est cependant moins utilisé à cause de son poids, qui en rend le maniement plus malaisé. Sa hauteur est de 0 m. 71, son diamètre de 0 m. 49, son poids total de 95 kilogrammes. Il est construit pour emmagasiner 28 kg. 600 de chaux et 21 l. 300 d'acide.

Pour mettre, autant que possible, ces appareils à l'abri des obus, on les installe dans des excavations du sol en prenant soin de rejeter la terre enlevée en avant d'eux, afin d'établir un petit remblai. En aucun cas, ils ne doivent se trouver au contact de l'eau.

L'épaisse fumée que dégagent ces appareils n'est pas toxique. On peut la traverser en ne risquant qu'une légère irritation de la gorge et de la figure. De plus, le mélange d'anhydride et de chlorydrine sulfurique est absolument ininflammable.

Nos ennemis se servent au front de ces rideaux de fumée pour dissimuler l'arrivée de renforts, prévenir une concentration de tirs ennemis, tromper l'adversaire en détournant son attention des points réels d'attaque, feindre une attaque par les gaz, réaliser un passage de rivière, cacher des relèves d'artillerie et d'infanterie, masquer des mouvements de troupes le long des vallées exposées à la vue de l'ennemi, couvrir une reconnaissance en force, attaquer avec de petits détachements, à l'abri d'un écran de gaz que produisent des appareils maniés par des patrouilles qui se portent en avant ou sur un des flancs.



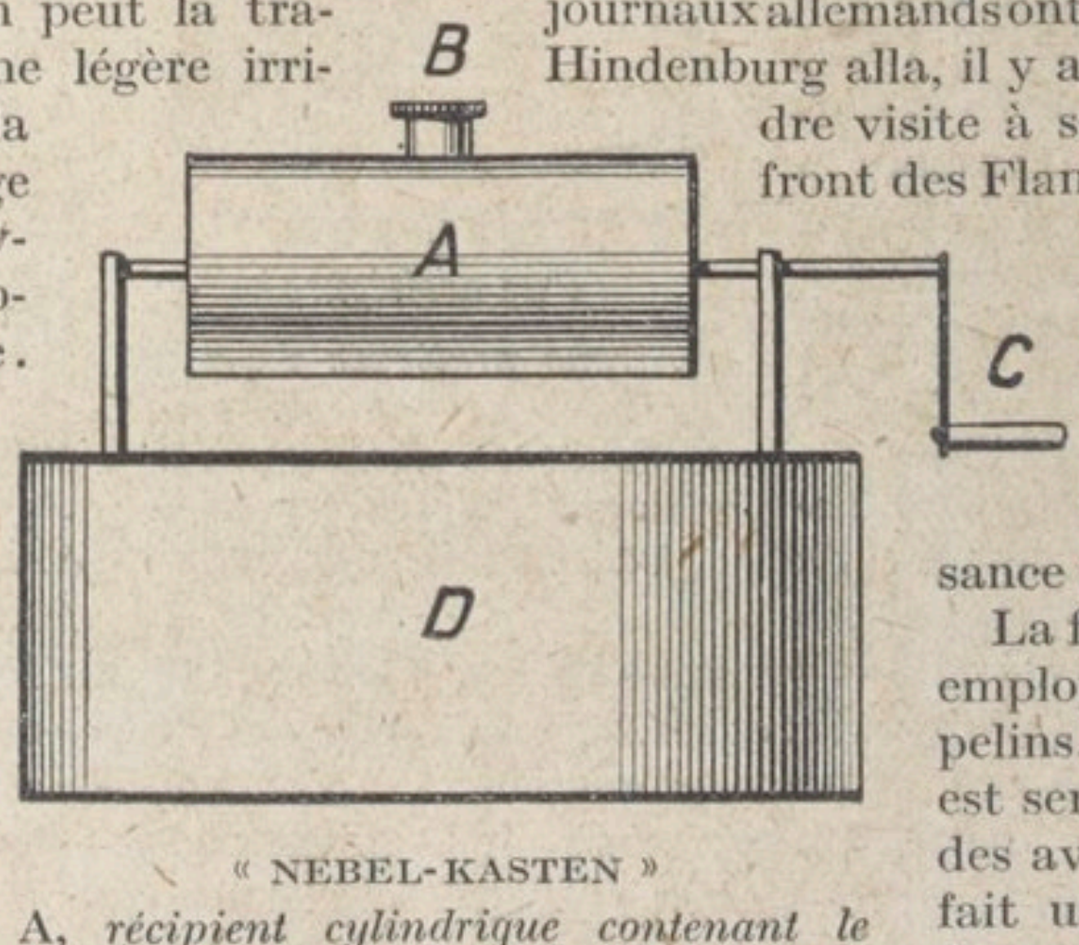
« NEBEL-TOPF »
(Coupe verticale)

A, *trous pour la sortie de la fumée;* B, *récipient contenant le mélange d'anhydride et de chlorydrine sulfurique;* C, *bouchon à vis du récipient;* E, *couvercle de la boîte à chaux vive;* F, *toile métallique;* G, *chaux vive.*

Les Allemands cherchent aussi à protéger, à l'aide de ce procédé, des baraques de travailleurs, des bâtiments, des fabriques, etc., en disposant plusieurs appareils autour du lieu à sauvegarder. Les vapeurs se répandent alors sur plusieurs kilomètres de superficie, oblitérant les moindres traits du paysage.

La distance à laquelle on doit placer l'appareil de l'objet à dérober aux regards est fonction de la vitesse du vent. Avec un vent faible, 200 mètres seront suffisants. Par temps sec et brise légère, le gaz gagnera de la hauteur pour retomber à environ 100 mètres de là.

La fumée a toujours joué un certain rôle dans les guerres de l'antiquité et du moyen âge; les Grecs, les Romains et aussi les Gaulois l'utilisaient comme moyen de signalisation pendant le jour; la nuit, ils se servaient de feux plus ou moins ardents. Mais jamais il n'en fut fait un plus grand usage qu'au cours des hostilités actuelles. Les journaux allemands ont raconté que lorsque Hindenburg alla, il y a quelques mois, rendre visite à ses régiments, sur le front des Flandres, de fortes émissions de fumées opaques furent faites en avant des tranchées qu'il parcourait, afin de dissimuler sa présance aux troupes alliées



« NEBEL-KASTEN »

A, *récipient cylindrique contenant le mélange d'anhydride et de chlorydrine sulfurique;* B, *bouchon à vis du récipient;* C, *manivelle;* D, *boîte recouverte de toile métallique renfermant la chaux vive.*

La fumée est également employée à bord des zeppelins. Quand un appareil est serré de trop près par des avions ennemis, il se fait un écran protecteur de nuages artificiels qu'il provoque au moyen d'une composition fumigène. Sur mer, il est également possible aux bateaux d'échapper à l'ennemi par des émissions répétées de fumées épaisses.

René Grasset.

L'EXPERTISE SCIENTIFIQUE DES TABLEAUX FAUX OU TRUQUÉS

Par Sylvestre **COULARY**

L'art des truqueurs de tableaux s'est singulièrement développé de nos jours, mais les amateurs éclairés se défient maintenant de ces chefs-d'œuvre fabriqués à la grosse, et les nouveaux riches eux-mêmes ne disent plus comme ce parvenu d'un vaudeville du Palais-Royal dont j'ai oublié le nom : « J'ai acheté à l'hôtel Drouot seize toiles de maîtres ou seize mètres de toile, je ne sais plus au juste ! » Connaisseurs et experts deviennent, à leur tour, de plus en plus habiles à découvrir les fraudes artistiques, et en suivant les préceptes scientifiques que vient de leur indiquer un professeur du « Heriot-Watt College » d'Edimbourg, M. A.-P. Laurie, ils risqueront encore moins de commettre des erreurs parfois lourdes dans leurs jugements esthétiques.

Au cours des recherches qu'il poursuit depuis plusieurs années en vue de trouver des méthodes d'identification rationnelles des peintures, ce savant chimiste a particulièrement étudié la facture des grands maîtres, et il a pu se rendre compte que chaque peintre possédait un *coup de pinceau* caractéristique, dont la micrographie pouvait révéler les détails les plus infimes.

Les procédés d'application de la peinture ont relativement peu changé depuis l'antiquité. On peignait déjà sur toile sous les

PHOTOGRAPHIE, AGRANDIE TROIS FOIS, D'UNE TÊTE DE VIEILLARD, PAR TENIERS

Les coups de pinceau qui caractérisent la facture du maître anversois se composent de traits droits, courts et larges avec, çà et là, des lignes fines, légèrement courbées pour les poils de la barbe.

LA « FÊTE CHAMPÊTRE », DE WATTEAU, DONT L'ORIGINAL EST AU MUSÉE D'EDIMBOURG

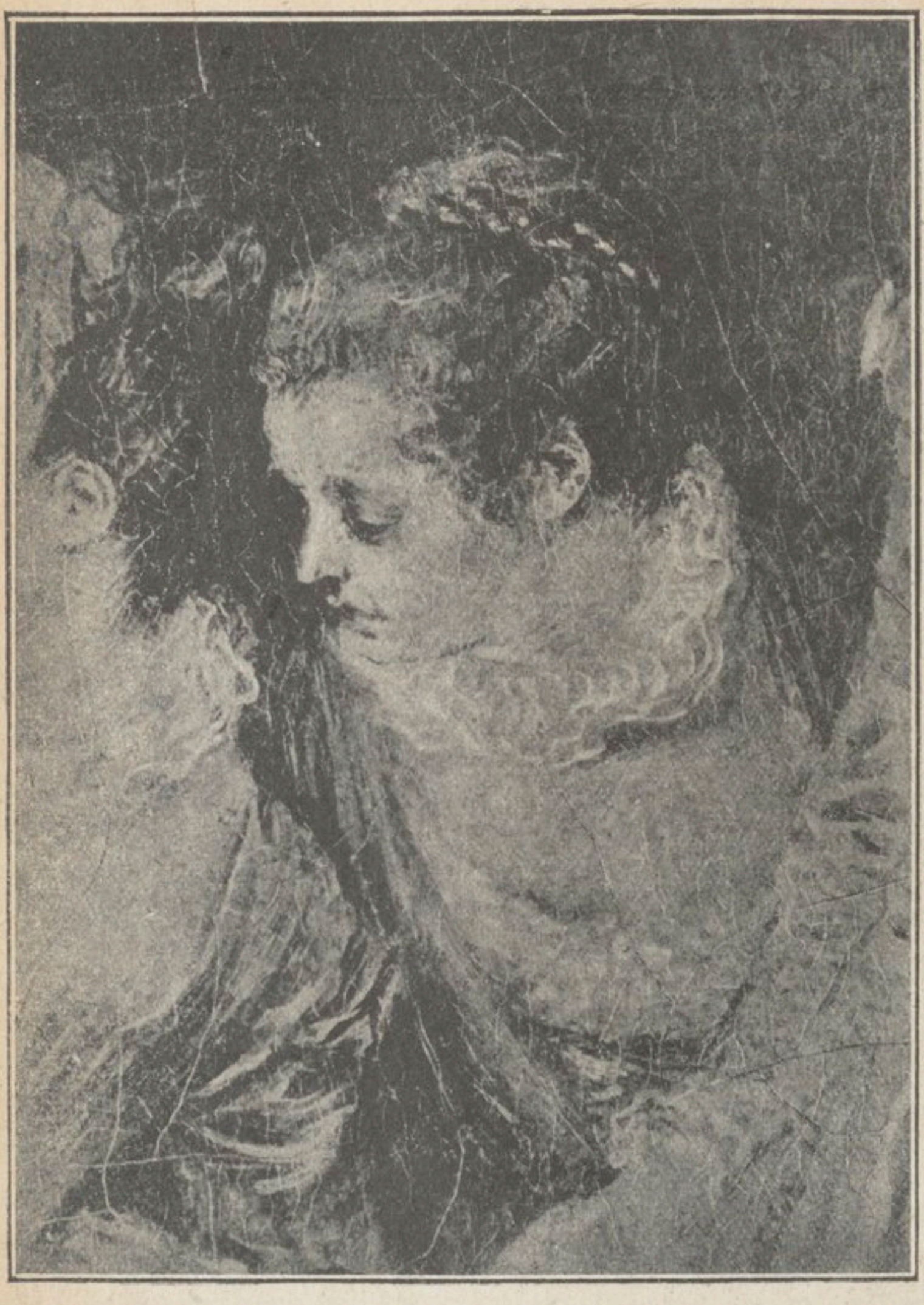
Sur cette photographie réduite on ne voit pas de grandes différences avec la copie reproduite à la page suivante, sauf un léger écaillage de la peinture dans le fond du tableau ; cet écaillage, qui n'enlève rien à la beauté de l'œuvre, tient sans doute à la mauvaise qualité du vernis employé par le Maître ou à une préparation défectueuse des dessous de la peinture.

premiers empereurs romains ; avec le pinceau et la brosse, les artistes d'alors étendaient sur cette étoffe une impression à base d'huile, de gomme et de colle de taureau qu'ils vernissaient ultérieurement. Toutefois, ces peintres, ignorant la différence de propriété qui existe entre l'huile pure et l'huile de lin siccative, éprouvaient de grandes difficultés pour le séchage de leurs tableaux. Par la suite, on remédia à ce dernier inconvénient en imaginant le procédé au galipot. On broyait les couleurs à l'essence de térébenthine, puis on délayait les poudres colorées dans un vernis composé lui-même d'une sorte de résine dite *galipot* et d'essence de térébenthine. Le magma ainsi réalisé séchait très rapidement ; aussi le préparait-on au fur et à mesure des besoins. Au cours des siècles suivants, les

COPIE A PEU PRÈS PARFAITE DE LA CÉLÈBRE « FÊTE CHAMPÊTRE », DE WATTEAU

Les particularités de cette photographie réduite sont l'absence d'écaillage, le pasticheur s'étant servi de meilleurs produits que Watteau. Néanmoins, on aurait pu s'y tromper si la méthode microphotographique de M. Laurie n'avait révélé dans le coup de pinceau, la « patte », comme disent les artistes, une manière étrangère à celle du peintre des pastorales galantes.

enseignements des diverses écoles, les modes ou les goûts esthétiques des générations purent se modifier souvent, mais la technique picturale resta presque immuable. Les Léonard de Vinci ou les Rubens, les Romantiques ou les Impressionnistes modernes surent tirer de leurs palettes des effets très divers, ils se servirent néanmoins d'outils à peu près identiques. Cependant, les pigments colorés employés dans la peinture varièrent selon les époques, ainsi que M. Laurie put s'en rendre compte en étudiant des documents artistiques de date certaine, comme des missels enluminés de l'Ecole vénitienne ou les rouleaux du Coran, conservés au bureau des Archives de Londres et qu'illustrent des miniatures composées de 1500 à 1700, ainsi que des tableaux de peintres du



MICROGRAPHIE D'UNE TÊTE DE FEMME FIGURANT DANS LA « FÊTE CHAMPÊTRE », DE WATTEAU

L'écaillage est accentué par l'agrandissement (grossissement 3 diamètres) et l'ensemble du document accuse la sûreté de dessin de l'incomparable coloriste.

XVIII[e] siècle ou même des chefs-d'œuvre plus récents, ceux de l'Ecole moderne.

Grâce à ces nombreuses investigations, M. Laurie dressa une liste chronologique des pigments. Par exemple, une couleur fabriquée d'une certaine manière, possédant telle ou telle composition, caractérise une époque mais cesse d'être employée quelques années plus tard. L'étude des pigments colorés d'un tableau permet donc, le plus souvent, de fixer sa date approximative, tandis qu'on se rendra compte si il a été repeint, en examinant sa surface au microscope ou même, si faire se peut, sans le détériorer, en en détachant de minimes échantillons qu'on soumettra à une plus minutieuse analyse. Enfin, comme la plupart des artistes ont adopté une série de couleurs, la présence de celles-ci constitue un argument péremptoire en faveur de l'authenticité de l'œuvre considérée.

Ce sont, toutefois, les détails du *coup de pinceau*, suffisamment grossis, qui éclaireront le mieux la religi n de l'expert. Mais il ne suffit pas d'un examen superficiel à la loupe ; pour rendre les résultats comparables d'un tableau à un autre, M. Laurie s'adressa à l *microphotographie*. Il construisit un appareil capable de projeter sur le verre dépoli une petite portion du tableau à examiner et dont il pouvait régler le grossissement à volonté entre 1 et 6 diamètres. Naturellement, il se servit de plaques orthochromatiques, afin d'obtenir avec certitude toutes les teintes et les moindres détails de la peinture.

Cette méthode microphotographique donna au chimiste anglais des indications très précieuses. Il l'appliqua d'abord à un tableau célèbre de Watteau, qui se trouve dans le Musée d'Edimbourg, et qui représente une fête champêtre. Il employa seulement le grossissement de 3 diamètres, le plus propre à faire ressortir, selon lui, les plus fins coups de pinceau d'une toile de dimensions ordinaires, car, sous un agrandissement trop exagéré, ces détails se confondent en un amas confus de traits irréguliers. L'habile savant choisit une tête de jeune femme dans le groupe principal et il la microphotographia. Or, si on examine avec soin le document, on constate l'adresse du maître et surtout la merveilleuse minutie de son coup de pinceau, tandis que l'application de ce procédé d'expertise à une reproduction du même tableau révèle de suite l'inexpérience du copiste. Quel abîme sépare les coups de

pinceau de Velasquez ou de Watteau de ceux d'un de leurs vulgaires pasticheurs, pour nous borner à des illustrations typiques de la méthode !

D'autre part, la comparaison des microphotographies soit de tableaux entiers, soit de quelques-unes d leurs parties, fait voir les différences du travail de deux artistes. Dans l'œuvre riginale, l'oreille, par exemple, est modelée aussi soigneusement que s'il s'agissait d'un portrait grandeur naturelle, alors que dans la copie, elle apparaît empâtée comme le reste de la figure. En outre, sans le grossissement, on ne saurait reconnaître les petites inexactitudes commises par l'imitateur.

Les mêmes pr cédés microphotographiques permirent à M. Laurie de se rendre compte dans quelle mesure la « patte » du maître se retrouve chez ses élèves. L'agrandissement dévoile bien l'influence du premier sur les seconds, mais on constate néanmoins les différences de moyens employés pour obtenir des résultats identiques. Comparons encore une œuvre de Watteau à celle de son meilleur disciple, Pater. La technique de celui-ci ne ressemble que de loin au coup de pinceau expert du merveilleux coloriste des pastorales galantes. Pater applique les couleurs en couches lisses et par de légers dégradés ; il réalise cependant un modelé extrêmement agréable mais toutefois superficiel et très différent des effets admirablement nuancés de l'immortel Watteau.

Il y a peu de temps, on chargea également M. Laurie d'expertiser d'autres tableaux d'origine douteuse ; il s'agissait, en particulier, de vérifier l'authenticité d'un prétendu Téniers, et il y parvint grâce à sa méthode rigoureusement scientifique. Il commença par préparer une microphotographie d'un

MICROPHOTOGRAPHIE DE LA MÊME TÊTE DE FEMME, DANS UNE COPIE DU CÉLÈBRE TABLEAU

L'agrandissement montre toujours l'absence d'écaillage, mais il révèle aussi de façon très caractéristique l'empâtement de la figure et plus particulièrement de l'oreille.

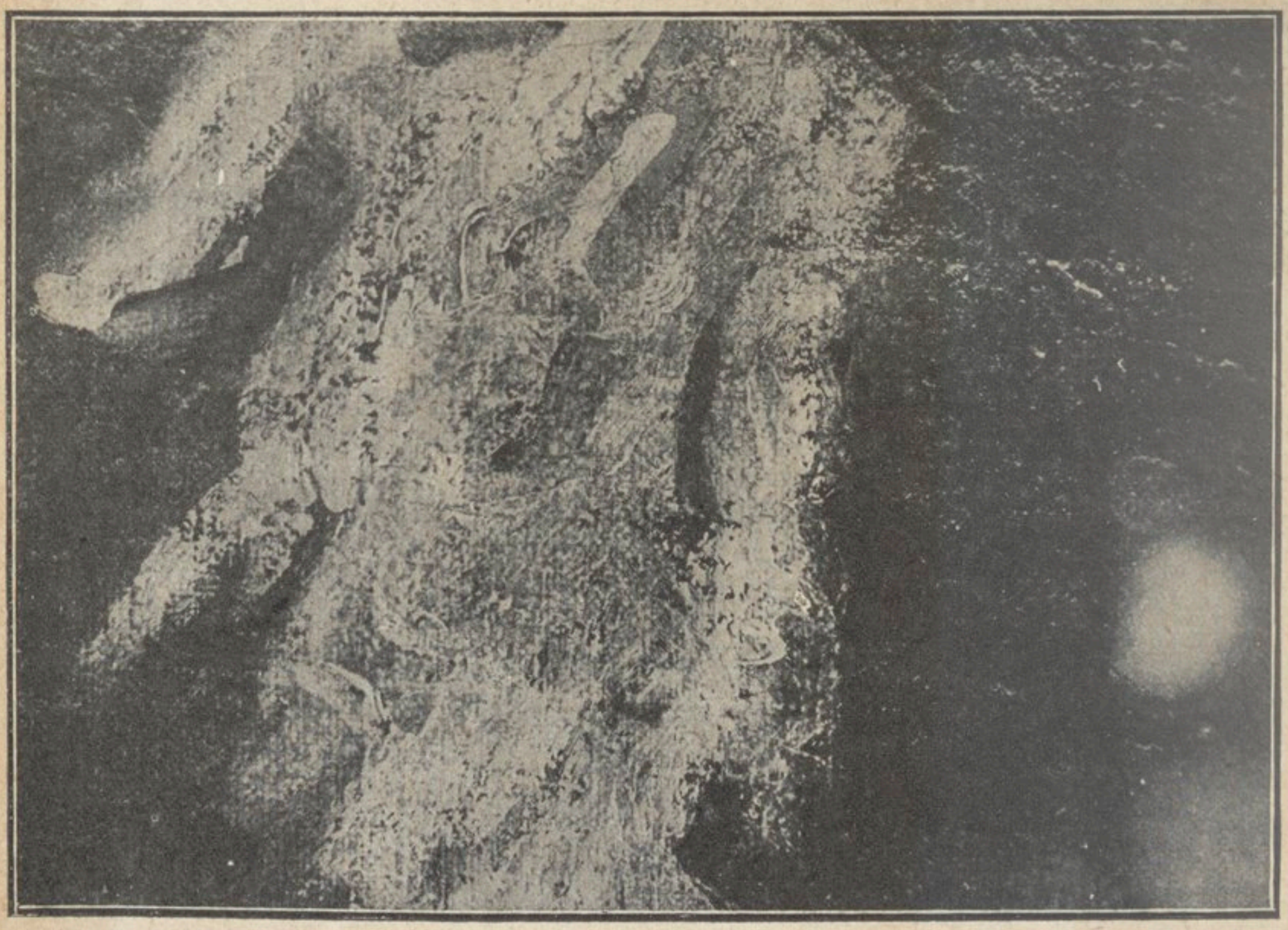
Teniers authentique en prenant la tête d'un vieux domestique qui figure dans un tableau de la Galerie nationale de Londres. En agrandissant cette tête, il reconnut que les coups de pinceau se composent de traits droits, courts et larges, avec çà et là, pour les poils de la barbe, des lignes fines légèrement courbées. Or, dans la tête du vieillard tirée du pseudo-Teniers, le coup de pinceau procède d'une technique absolument différente, comme l'indiqua la microphotographie. C'était donc un faux Teniers (photo p. 131).

D'autre part, pour expertiser les travaux des paysagistes par la microphotographie, il convient d'étudier le *feuillage*, où se

révèlent, mieux que dans d'autres parties des tableaux, les différences individuelles des artistes. Ainsi, dans une de ces forêts hollandaises d'Hobbema, où se joue délicieusement le soleil, les arbres sont dessinés d'une façon plus compliquée que dans les bois de Ville-d'Avray, aux lumières voilées, que Corot peignit à larges traits, s'efforçant plutôt d'idéaliser les sites que de rendre la nature avec une scrupuleuse exactitude.

D'une façon générale, quand deux microphotographies offrent une parfaite analogie des coups de pinceau, on peut en conclure que les tableaux correspondants sont du même peintre. En cas contraire, on devra étudier les modifications de la technique du maître aux différentes époques de sa vie, avant de conclure à l'authenticité ou à la fausseté d'une œuvre qu'on lui attribue. Aussi, M. Laurie propose d'établir, pour tous les virtuoses du pinceau, une série de microphotographies relatives à des tableaux composés au cours de leur carrière, afin d'avoir des points de repère certains, car le rôle des experts en tableaux se complique de jour en jour : le génie des truqueurs d'œuvres d'art se donnant surtout libre cours dans l'imitation des œuvres picturales.

Que de recettes ces astucieux compères n'ont-ils pas dans leur sac pour tromper le plus méfiant de leurs clients ! Ils appellent à leur aide la chimie et la bactériologie, le dessin et l'érudition. Sans prétendre énumérer tous leurs « trucs », d'une moralité plutôt douteuse, voici comment procèdent les plus rusés. Après avoir acheté à bas prix un tableau ancien chez un bric-à-brac, ils le lavent avec soin, puis ils peignent dessus un sujet digne de quelque illustre maître, en employant des couleurs mêlées de cendres ou de suie afin de leur imprimer un cachet de vétusté. Parfois, ils parviennent à un résultat identique au moyen du *marouflage*. Expliquons ce terme. Grâce à une colle très tenace, dite *maroufle* en termes de métier ils fixent une peinture récente, copie d'un ancien tableau, sur une vieille trame préparée comme précédemment. Voici une bonne partie de la besogne de nos truqueurs accomplie ; pour fignoler leur œuvre



DÉTAIL DES COUPS DE PINCEAU DANS UN TABLEAU ATTRIBUÉ A VELASQUEZ ET REPRÉSENTANT UN AMIRAL DE LA FLOTTE ESPAGNOLE

M. Laurie propose d'établir, pour les artistes, une série de microphotographies des tableaux composés à diverses époques de leur carrière, afin d'avoir des points de repère certains pour les expertises.

REPRODUCTION DES COUPS DE PINCEAU FORMANT L'ENSEMBLE DU CÉLÈBRE PORTRAIT DU ROI PHILIPPE IV D'ESPAGNE, PEINT PAR VELASQUEZ

Cette microphotographie, grossie trois fois, indique que le grand peintre brossait ses toiles à larges traits. Le portrait de l'amiral espagnol qu'on lui attribue semble procéder d'une technique différente.

apocryphe, il reste encore à la « passer au four » afin de sécher et de craqueler la pâte.

Maintenant, pour dissimuler un détail qui leur semble trop difficile à contrefaire, ils appellent à leur secours la bonne nature. Jardiniers d'un genre tout particulier, ils frottent avec un linge humidifié la place qu'il s'agit de dissimuler. Quelques jours plus tard, une petite moisissure s'est développée et a recouvert cet endroit de minuscules ramifications blanc verdâtre, qu'on nomme *chanci*, dans la langue imagée des faussaires. Enfin, le tableau passe aux mains du *monogrammiste* qui y appose la signature. Ne croyez pas que la science indélicate de ce spécialiste s'acquière aisément. Il a dû se familiariser avec les pinceaux des grands maîtres, il possède dans ses cartons les initiales, les signatures complètes et les dates des peintures célèbres copiées d'après les originaux existant dans les musées de Rome ou de Paris, de Londres ou de Madrid. Il sait que tel portraitiste signait à gauche tandis que tel paysagiste apposait toujours son monogramme au bas de sa toile ; que ce peintre d'histoire signait toujours à droite, alors que tel autre artiste mettait simplement ses initiales en haut et à gauche de son œuvre.

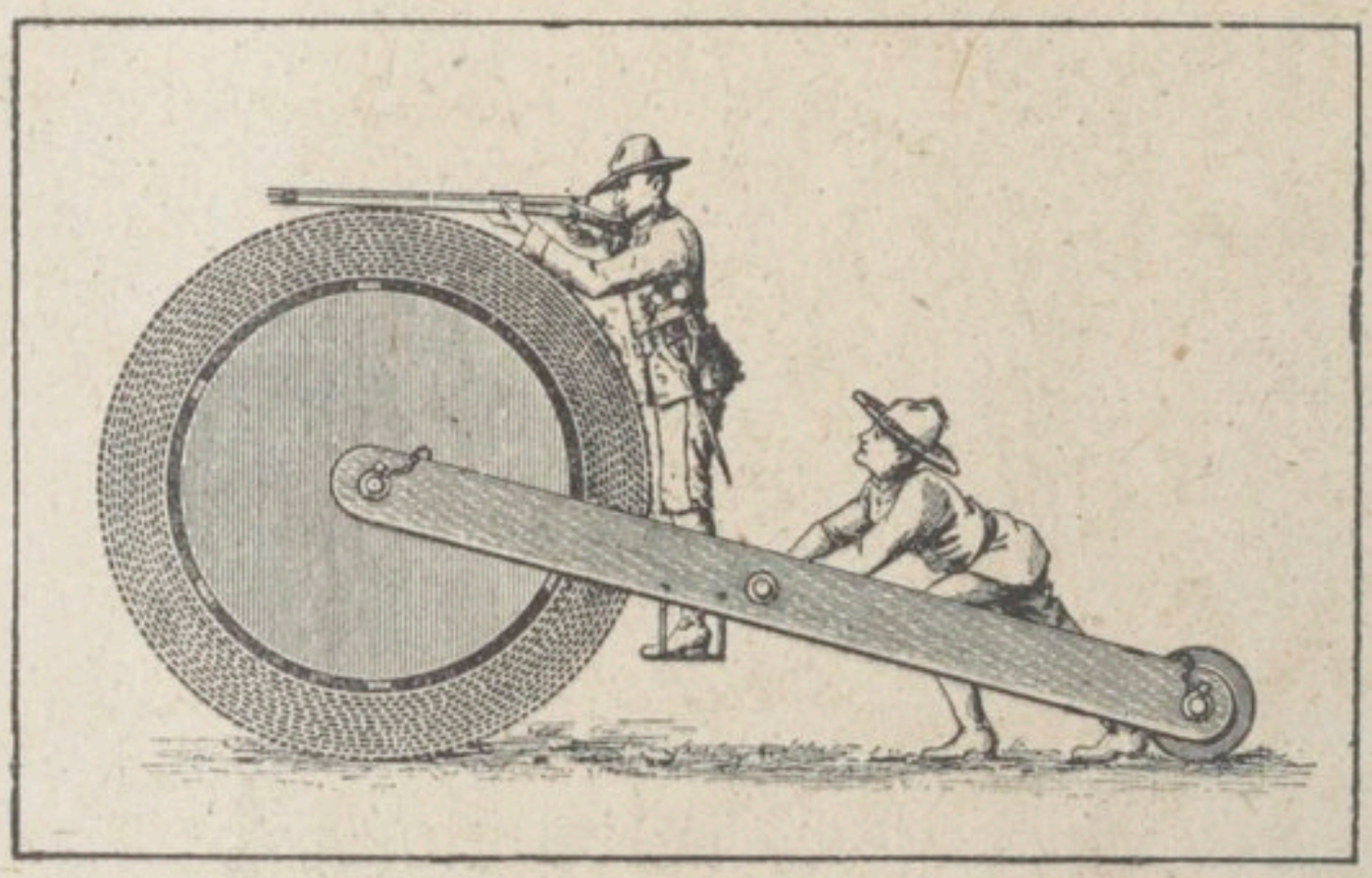
Les pasticheurs de tableaux de nos jours ont, du reste, d'illustres prédécesseurs. Paul de Vos n'a-t-il pas copié Snyders, et David Téniers le jeune n'a-t-il pas contrefait Tiziano? Pour les peintres modernes, les expertises deviennent singulièrement ardues, certains artistes très honorables et de grand talent peignant à la manière de maîtres décédés. Témoin Vernon, qui composa loyalement des tableaux que Diaz aurait pu signer ! On comprend sans peine qu'alors le truquage se borne simplement au travail du monogrammiste, qui n'a qu'un changement de nom à effectuer pour doubler ou tripler la valeur de l'œuvre aux yeux de l'amateur crédule. Mais, maintenant, grâce aux travaux microphotographiques de M. Laurie, on pourra estimer chaque peinture à sa juste valeur ou tout au moins fixer son origine et son époque avec certitude.

SYLVESTRE COULARY.

LE ROULEAU-BOUCLIER AMÉRICAIN

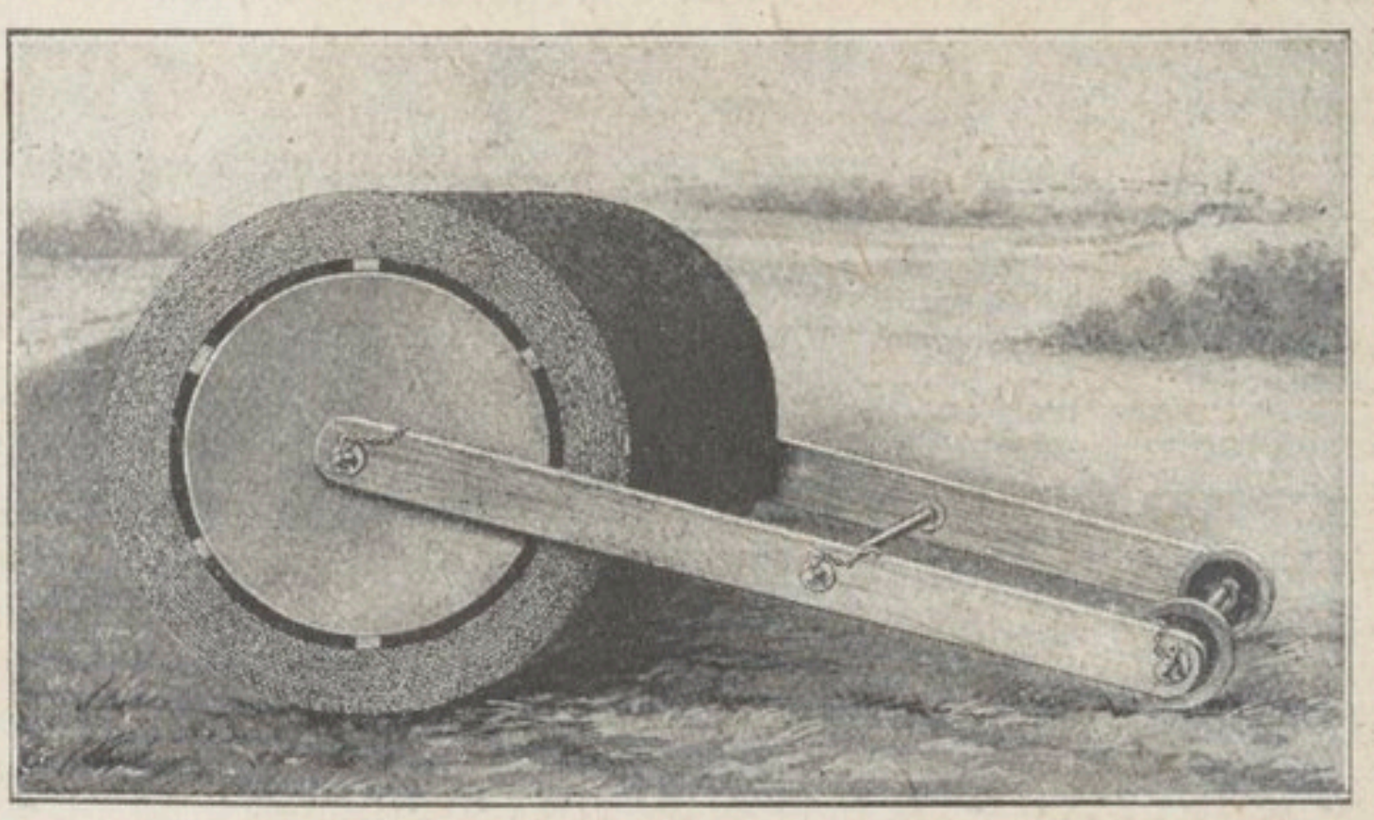
La question de la protection du fantassin par le bouclier a fait l'objet de bien des controverses et au si de nombreuses expériences qui, jusqu'à ce jour, n'ont pas donné de résultats très satisfaisants.

Il n'en est pas de même du rouleau-bouclier inventé par John Wollace Page, des Etats-Unis, patenté en Amérique et dans les grands pays (brevet français nº 482.379, délivré et publié en mars 1917). Cet appareil sert à abriter plusieurs hommes qui le poussent devant eux pendant un assaut, il peut résister avec efficacité, au moins dans une certaine mesure, au tir du canon. Grâce à sa construction robuste, un obus, éclatant à proximité, pourra le bousculer ou le culbuter, mais ne le mettra cependant pas hors de service.



LE ROULEAU-BOUCLIER, ÉLÉVATION LATÉRALE

Il se compose d'un cylindre creux en acier, formant tambour ou rouleau, d'une épaisseur juste suffisante pour qu'il ait assez de solidité pour rouler sur le sol, et renforcé par des nervures spirales intérieures et extérieures. Il supporte une paroi flexible en toile métallique, faite de fils d'acier durci, à mailles convenablement serrées, constituant l'armure proprement dite, laquelle ne vient pas directement en contact avec lui, mais repose sur la nervure spirale extérieure, étant ainsi maintenue d'une façon élastique à une très petite distance de sa surface.



VUE PERSPECTIVE DU ROULEAU-BOUCLIER

Grâce à cette disposition, la paroi-armure offre divers degrés de résistance à la pénétration, formant matelas et absorbant la force vive du projectile, obligeant même celui-ci à changer successivement de directions par suite de la rencontre des diverses couches de toile métallique.

L'appareil est complété par deux longerons reposant à leur extrémité sur deux petites roues porteuses et joints entre eux par deux barres transversales, l'une sur laquelle sont montées les roues, et l'autre servant de barre pour la manœuvre.

Expérimenté avec le fusil de guerre, l'engin s'est comporté d'une façon satisfaisante. Les balles tirées à diverses distances, ont, dans certains cas, désorganisé les couches externes de la paroi (laquelle, d'ailleurs, peut présenter un certain nombre de fois une surface intacte grâce à un léger déplacement en avant ou en arrière), mais elles ont été, dans tous les cas, plus ou moins complètement réduites en éclats, restant emprisonnés dans les mailles du tissu métallique.

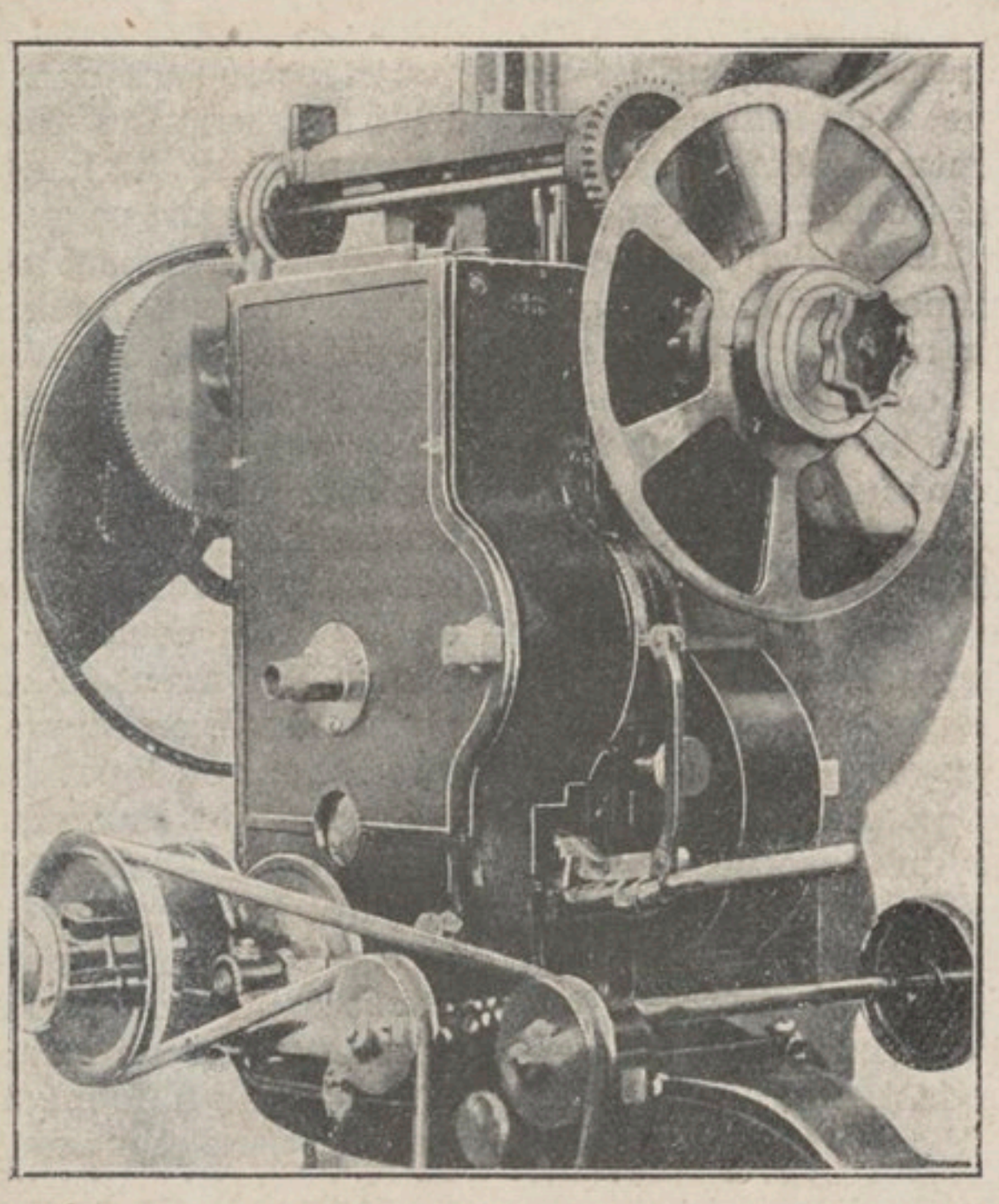
En dépit de son aspect bizarre, auquel nous ne sommes pas habitués, ce rouleau-bouclier, dont la hauteur est à peu près celle d'un homme et dont la largeur peut varier d'un à deux mètres, s'est montré d'un emploi pratique, et nous le verrons peut-être un jour prochain sur le front français.

UN CURIEUX PROCÉDÉ DE CINÉMATOGRAPHIE DES COULEURS

Par **CHARLES CHRISTOLY**

Les procédés de photographie des couleurs appliqués au cinématographe sont déjà nombreux et plusieurs ont donné de bons résultats. Nous avons pu revoir sur l'écran les panoramas et paysages qui firent l'émerveillement de nos yeux ou nous firent caresser l'espoir de contempler un jour des sites justement réputés ou dépeints par d'illustres auteurs. Pourtant, à notre connaissance, la cinématographie des couleurs n'a pu encore prétendre à reproduire les tableaux fugaces et animés de la vie courante. Jusqu'ici son domaine se confine ou à peu près aux natures, aux choses mortes.

Les procédés essayés jusqu'à ce jour ont pour principal inconvénient d'être compliqués, de nécessiter des appareils spéciaux, tant pour la photographie que pour la projection, et, par suite, d'être coûteux. A ce point de vue, comme aussi sous le rapport des résultats techniques, un procédé qui a vu récemment le jour paraît présenter de réels avantages et marquer de sérieux progrès.



LE DISQUE A ÉCRANS COLORÉS MONTÉ SUR L'APPAREIL DE PROJECTION

Les images projetées à travers les écrans sont si fugaces que l'œil ne peut en abandonner la sensation à l'instant même où elles disparaissent. Cette persistance de la vision donne l'impression que chaque image renferme en elle-même les couleurs des tableaux cinématographiés.

Ce curieux procédé est basé sur la théorie de la vision des couleurs telle qu'elle a été fondée par Thomas Young. Cette théorie expose que toutes les sensations ou impressions colorées sont rapportées à trois sensations primaires ou élémentaires qui sont celle du rouge, celle du vert (un vert brillant tirant sur le jaune) et celle du bleu-violet (un violet approchant du bleu). Ces sensations sont dites primaires ou élémentaires parce qu'elles n'en excitent pas d'autres dans les nerfs de l'œil : la lumière rouge, par exemple, n'excite dans la rétine que l'impression du rouge, tandis que la lumière jaune excite deux sensations : celle du rouge et celle du vert, et ne peut, par conséquent, être élémentaire.

De cette théorie, il résulte que si nous pouvons prendre trois photographies d'un même objet, chacune d'elles correspondant exclusivement à l'une des teintes élémentaires, et si nous pouvons éclairer chacune d'elles avec la lumière qui lui correspond, nous devons obtenir, par superposition ou mieux recouvrement des trois clichés, une reproduction fidèle des couleurs naturelles de l'objet. C'est là en quoi consiste la méthode dite des trois couleurs. Il est bon de remarquer ici que la sensation du blanc, qu'il est évidemment nécessaire de reproduire, est excitée dans notre œil lorsque les trois sensations élémentaires sont mises en jeu simultanément.

Il ne s'ensuit pas cependant que les trois couleurs fondamentales doivent obligatoirement être séparées pour permettre la repro-

duction de toute la gamme des couleurs visibles ; on peut, pour simplifier, en fondre deux en une seule, auquel cas la couleur résultante sera complémentaire de celle qui n'aura pas participé au mélange. Si, par exemple, on combine le vert-jaune au bleu-violet, le bleu-vert ou bleu-paon obtenu sera complémentaire du rouge avec lequel, par superposition, il donnera du blanc, puisque les trois couleurs élémentaires n'en seront pas moins mises en jeu simultanément. De même, la combinaison du rouge et du vert-jaune donne une couleur orangée complémentaire du bleu-violet, et ces deux dernières couleurs n'en sont pas moins capables d'exciter dans l'œil les trois sensations élémentaires. Ceci est à retenir pour la clarté de ce qui va suivre.

Avec le nouveau procédé, on utilise un film orthochromatique, c'est-à-dire un film dont l'émulsion présente la même sensibilité relative aux différentes couleurs du spectre visible. Entre la lentille de l'appareil et le film est intercalé, comme d'ordinaire, l'obturateur employé pour masquer la pellicule sensible pendant ses déplacements et, en outre, un disque tournant destiné à présenter sur le chemin des rayons lumineux, pendant les périodes d'exposition du film, les filtres colorés que le procédé exige. Ce disque comprend quatre secteurs égaux, en verre transparent, présentant respectivement et dans l'ordre les couleurs rouge, bleu-vert (bleu-paon), bleu violet, orangé. (Fig. p. suivante).

A première vue, on pourrait se demander pourquoi l'inventeur du procédé n'a pas jugé bon de diviser le disque en trois écrans teintés respectivement en rouge, vert-jaune et bleu-violet, afin de pouvoir mettre en jeu les trois couleurs élémentaires. Nous en donnerons plus tard l'explication. D'autre part, il est certain qu'il n'était pas astreint à employer deux paires différentes de couleurs complémentaires. En ne répétant pas, par exemple, la combinaison du rouge et du bleu-paon dans la deuxième moitié du disque, il a probablement cédé simplement au désir d'ajouter à l'intérêt de la démonstration de la théorie des couleurs que procure son procédé particulièrement curieux.

Chaque fois qu'un écran de couleur vient à intercepter les rayons de lumière pénétrant dans l'objectif, une image s'enregistre sur le film et chaque fois que l'écran rouge entre en jeu, une marque s'inscrit automatiquement dans la marge perforée de la bande pelliculaire par le moyen d'un rayon de lumière blanche amené à la sensibiliser. Cette marque sert de repère pour indiquer à l'opérateur, lors de la projection, les couleurs qui doivent correspondre aux images, couleurs qui se présentent et se renouvellent alternativement dans un ordre immuable, car, bien entendu, et comme nous l'avons dit, le film ne s'impressionne pas en couleur mais en blanc et noir comme toute photographie.

La vitesse de l'appareil est calculée pour enregistrer vingt-quatre images à la seconde.

Il est bien évident que chaque écran ne laisse filtrer que les rayons de sa couleur entrant dans la composition des différentes teintes des vues cinématographiées. Chaque image, considérée isolément, est donc incomplète, mais deux images consécutives doivent se compléter avec une grande exactitude.

Ce qu'il faut maintenant, une fois notre film développé, c'est trouver le moyen de projeter sur l'écran, à travers la ou les couleurs élémentaires fondamentales qui leur correspondent, les images enregistrées sur le film. Voici alors ce qui se passe :

Comme on ne peut nécessairement projeter qu'une image à la fois et que chaque image n'a été enregistrée qu'à travers une seule ou deux couleurs élémentaires (si on les avait enregistrées directement à travers les trois couleurs primaires, on n'aurait obtenu aucune impression sur le film puisque, ainsi que nous l'avons expliqué, la superposition de ces trois couleurs donne de la lumière blanche), l'inventeur met à contribution le phénomène bien connu de la persistance des impressions optiques dans l'œil humain pour recomposer les couleurs. Cette persistance est de l'ordre du dixième de seconde. Cela veut dire que la sensation d'une couleur vue par l'œil pendant un vingtième de seconde, par exemple, persiste dans la rétine pendant un laps de temps de même durée alors que la cause qui lui a donné naissance a complètement disparu et a pu être remplacée par une cause susceptible d'exciter la sensation d'une autre couleur. Les deux sensations différentes représentées par celle qui subsiste et celle qui est réellement vue se superposent ou mieux se recouvrent dans la rétine en y excitant une troisième sensation, qui est la résultante immédiate des deux autres.

Passant de la théorie à la pratique, l'inventeur du nouveau procédé de cinématographie des couleurs a disposé sur le devant de l'appareil de projection un disque tournant comprenant non plus quatre mais six écrans colorés. Par contre, ces écrans ne comportent qu'une paire de couleurs complémentaires : le rouge et le bleu-violet, reproduites chacune en trois intensités différentes, du clair au foncé, pour permettre une reproduction plus fidèle et plus brillante des

coloris. On comprend qu'il était préférable de s'assurer cet avantage plutôt que de reproduire sans utilité les deux paires de couleurs complémentaires du disque employé lors de la prise du film cinématographique.

Les images *enregistrées* à travers les filtres rouges et orangés sont projetées à travers les trois secteurs rouges et les images *enregistrées* à travers les filtres bleu-violet et bleu-paon sont projetées à travers les trois secteurs bleu-violet. Nous soulignons à dessein le mot *enregistrées* pour que l'on garde bien en mémoire, que l'on se fixe bien dans l'esprit que les images en question *n'ont par elles-mêmes et en elles-mêmes aucune couleur.*

Nous avons dit que, lors de la prise du film, la vitesse de l'appareil cinématographique permettait vingt-quatre expositions, soit vingt-quatre images à la seconde. La vitesse de projection étant la même, il s'ensuit que chaque image demeure sur l'écran un vingt-quatrième de seconde ; mais, comme elle apparaît successivement en trois intensités différentes de la même couleur, ce sont, en réalité, trois images qui passent sur l'écran dans le même temps. Comme le pinceau délicat d'un peintre habile, l'œil, *par la raison même de son imperfection*, brosse toutes ces couleurs en en rétablissant l'harmonie et ne transmet au cerveau que l'image fidèle du tableau reconstitué. Incapable, pour les raisons que nous avons exposées plus haut, d'abandonner chaque couleur à l'instant de sa disparition, il les voit toutes en même temps et n'en perçoit nécessairement que la résultante.

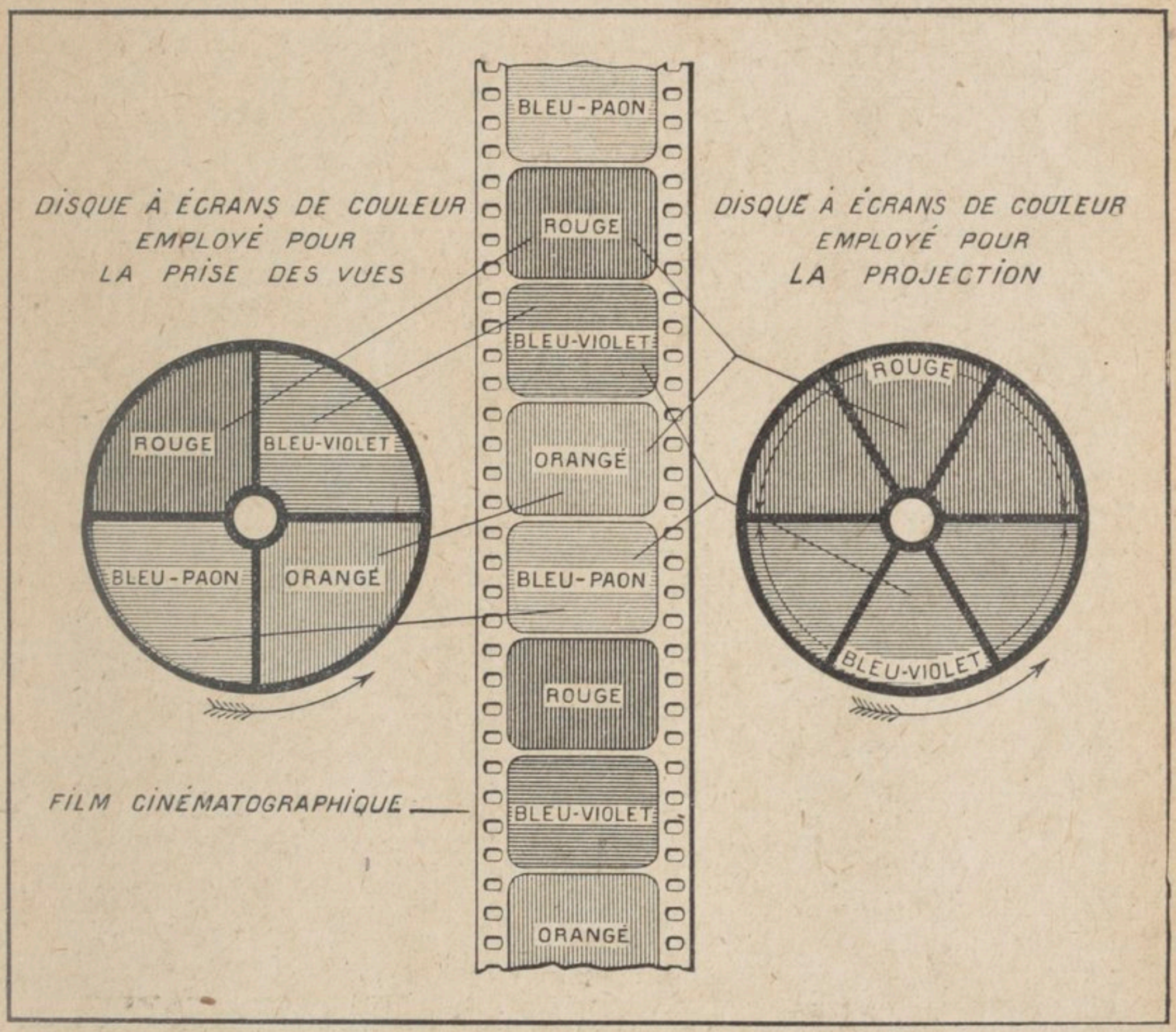
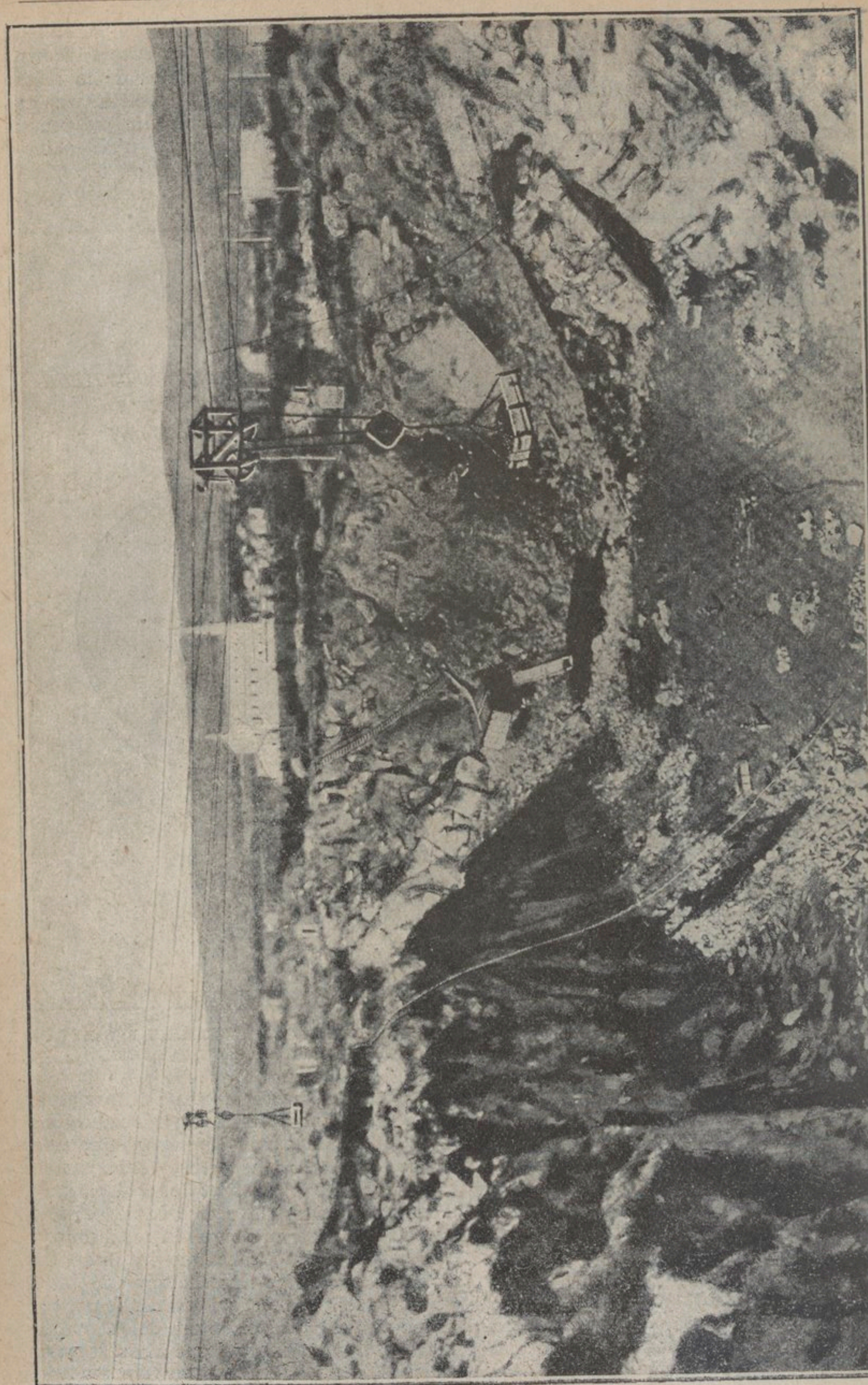


SCHÉMA MONTRANT LES RELATIONS EXISTANT ENTRE LES IMAGES DU FILM ET LES ÉCRANS DE COULEUR A TRAVERS LESQUELS ELLES SONT ENREGISTRÉES OU PROJETÉES

Terminons en disant que la fixité des images reproduites avec ce procédé laisse quelque peu à désirer, évidemment parce que le mouvement des sensations colorées dans la rétine ne s'opère pas d'une façon parfaite.

CHARLES CHRISTOLY.

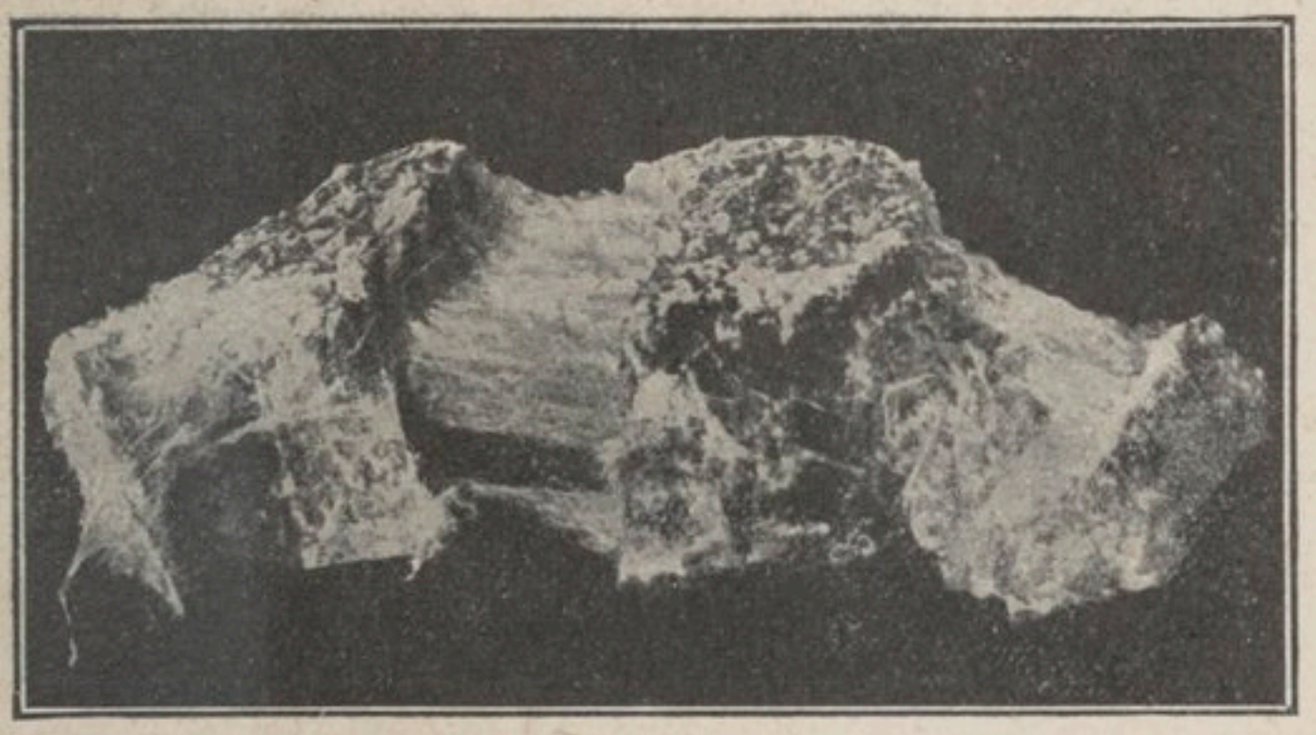


EXTRACTION A CIEL OUVERT, DANS UNE MINE DU CANADA, DES BLOCS ROCHEUX CONTENANT DE L'AMIANTE A L'ÉTAT BRUT

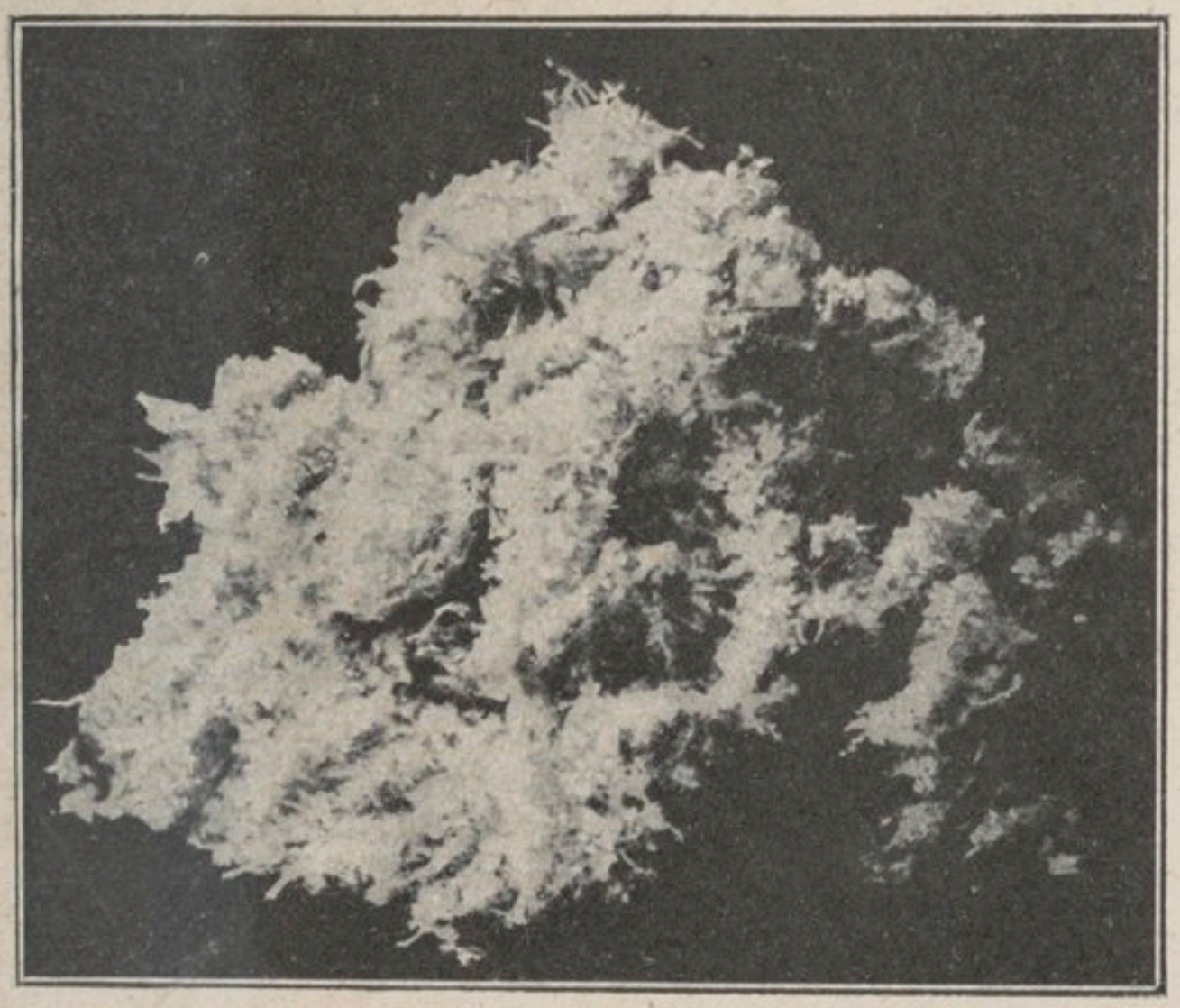
LA PRODUCTION DE L'AMIANTE ET SES USAGES INDUSTRIELS

Par Charles DANGOY

L'AMIANTE est un produit qui, depuis une vingtaine d'années, prend chaque jour une plus grande importance industrielle. Le Canada est un des plus grands producteurs de ce minerai, et l'on peut même affirmer que cette région du Nouveau-Monde fournit environ 90 % de la consommation du monde entier. Il existe, en réalité, deux sortes de variétés d'amiante : l'amphibole tremolite, très fibreuse et qui est caractérisée par l'amiante d'Italie, ensuite la serpentine fibreuse, qui est représentée par l'amiante du Canada et que l'on trouve exclusivement dans ce pays.



BLOC D'AMIANTE BRUT (TRÈS RÉDUIT)



MOUSSE D'AMIANTE NON ENCORE ÉPURÉE

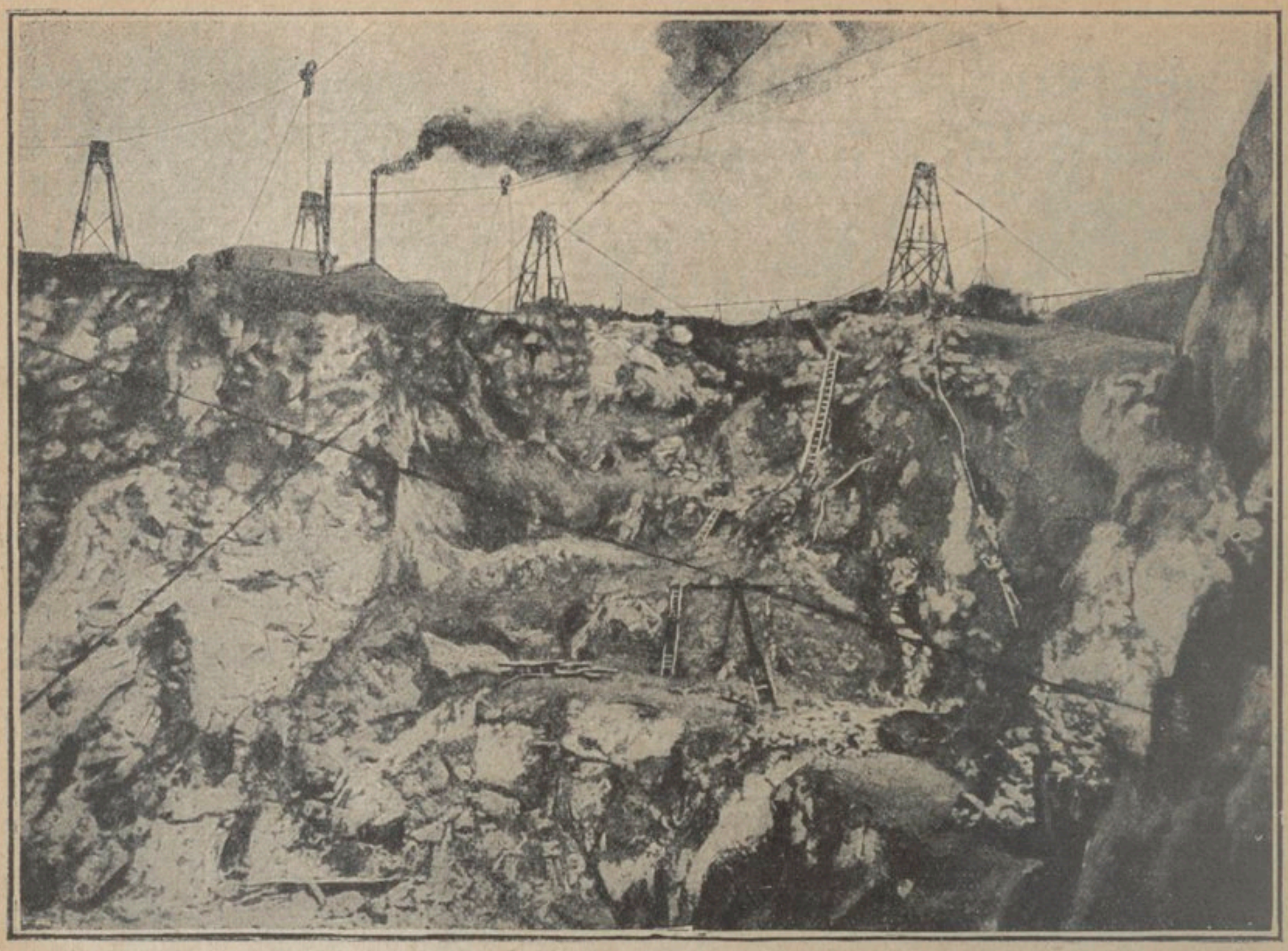
Chimiquement, l'amiante est un silicate de magnésie hydraté, contenant un peu de protoxyde de fer. A une température élevée, ce corps perd l'eau qu'il contient et sa propriété fibreuse en durcissant. Cependant, l'élévation de température ne le fait ni fondre ni se transformer : l'amiante est donc un minerai incombustible, mais non indestructible, comme quelques-uns le croient.

C'est au sud de la région de Québec que se trouve le centre le plus important de la production, et la région montagneuse comprenant Thetford, Lake et Danville a vu s'ouvrir les plus riches mines du monde entier.

L'amiante se trouve encore dans d'autres pays : en Italie, en Russie, en Corse, etc...

Les études auxquelles ce corps a donné lieu ont permis d'en faire de nombreuses applications telles que les garnissages des pistons de machines à haute pression, la couverture des tuyaux de vapeur et des chaudières à vapeur, les filtrages de certains acides.

On s'en sert encore pour garnir les joints de tuyaux d'air chaud, les obturateurs des pièces d'artillerie, comme isolant dans l'industrie électrique, pour le filtrage des huiles, pour garnir les coffres-forts et les rendre ignifuges. On



TRAVAUX DANS LA PARTIE SUPÉRIEURE D'UNE MINE D'AMIANTE, AU CANADA

l'utilise également pour imiter les feux des grilles dans le chauffage au gaz, pour remplacer l'étoupe dans les boîtes à graisse. On en fabrique encore des ciments spéciaux extrêmement résistants, des peintures, des briques, des brûleurs à gaz.

On en a fait aussi des feutres, des tissus pour l'usage des pompiers, des ouvriers travaillant le fer et les acides, des incinérateurs, des câbles employés dans la lutte contre les incendies, des tapis, des toiles de théâtre, des papiers de tapisserie, etc.

Les qualités de ce produit peu conducteur de la chaleur, son état fibreux, son incombustibilité l'ont fait rechercher pour des usages industriels, chaque jour plus nombreux. Aussi ce corps est-il, de nos jours, un produit de première nécessité, principalement dans l'industrie mécanique.

Il serait peut-être téméraire de vouloir exposer, dans un article aussi rapide, toutes les applications de l'amiante. Il est cependant permis, après avoir donné quelques indications sur les industries nouvellement installées, de montrer à quel brillant avenir les usines qui ont abordé ce problème sont appelées, après la conclusion de la paix.

En tout état de cause, on peut dire que les empires centraux souffrent tout particulièrement du manque de produits amiantés. L'état de guerre existant avec la Russie rend impossible l'arrivée de l'amiante sibérien ; quant au Canada, il dirige la totalité de ses produits en Angleterre, qui l'exporte dans les divers pays européens.

Dans la région du Canada, l'exploitation se fait dans des carrières ouvertes sur le flanc de la montagne, d'une hauteur de 300 mètres environ. On emploie l'air comprimé pour la perforation de la roche et des derryks à câble pour l'extraction.

La roche qui contient l'amiante est grossièrement débitée, à la mine, en morceaux qui sont portés au triage, puis au moulin. Ceux destinés au triage vont dans des hangars où des jeunes gens séparent avec un petit marteau, analogue à celui des casseurs de cailloux, la fibre de la roche, formant ainsi deux qualités : première et deuxième « crude », dont les débris vont au moulin.

Au moulin, on traite les roches contenant un peu de fibre, ainsi que les débris du premier triage et de la mine. Tous ces débris, qui, autrefois, étaient mis au rebut et abandonnés, sont actuellement utilisés.

Dans les mines qui sont pourvues d'un

matériel de choix, les plus longues fibres ayant été retirées au marteau, les débris du triage et de la mine sont conduits dans un séchoir où ils passent avant d'être écrasés. Ces séchoirs sont des cylindres de 30 à 40 pieds de long sur 4 pieds de diamètre, chauffés extérieurement par les flammes d'un foyer. Dans certains cas, on les chauffe intérieurement par un courant d'air chaud. Ces séchoirs, qui ont une inclinaison de 10 %, tournent autour d'un axe muni de palettes destinées à agiter et à diviser la masse. Les débris de minerais, qui ont été jetés à la partie haute de l'appareil, arrivent desséchés à la partie basse et se rendent au concasseur, soit directement ou par le moyen d'un élévateur mécanique.

Le premier de ces concasseurs est de grande dimension, et le minerai en sort de la grosseur du poing pour se rendre à un concasseur plus petit qui lui donne des dimensions analogues à celles d'une noix. La roche passe alors sur un tablier sans fin, où des manœuvres enlèvent les morceaux ne possédant pas de fibres. La masse est alors conduite aux rouleaux écraseurs.

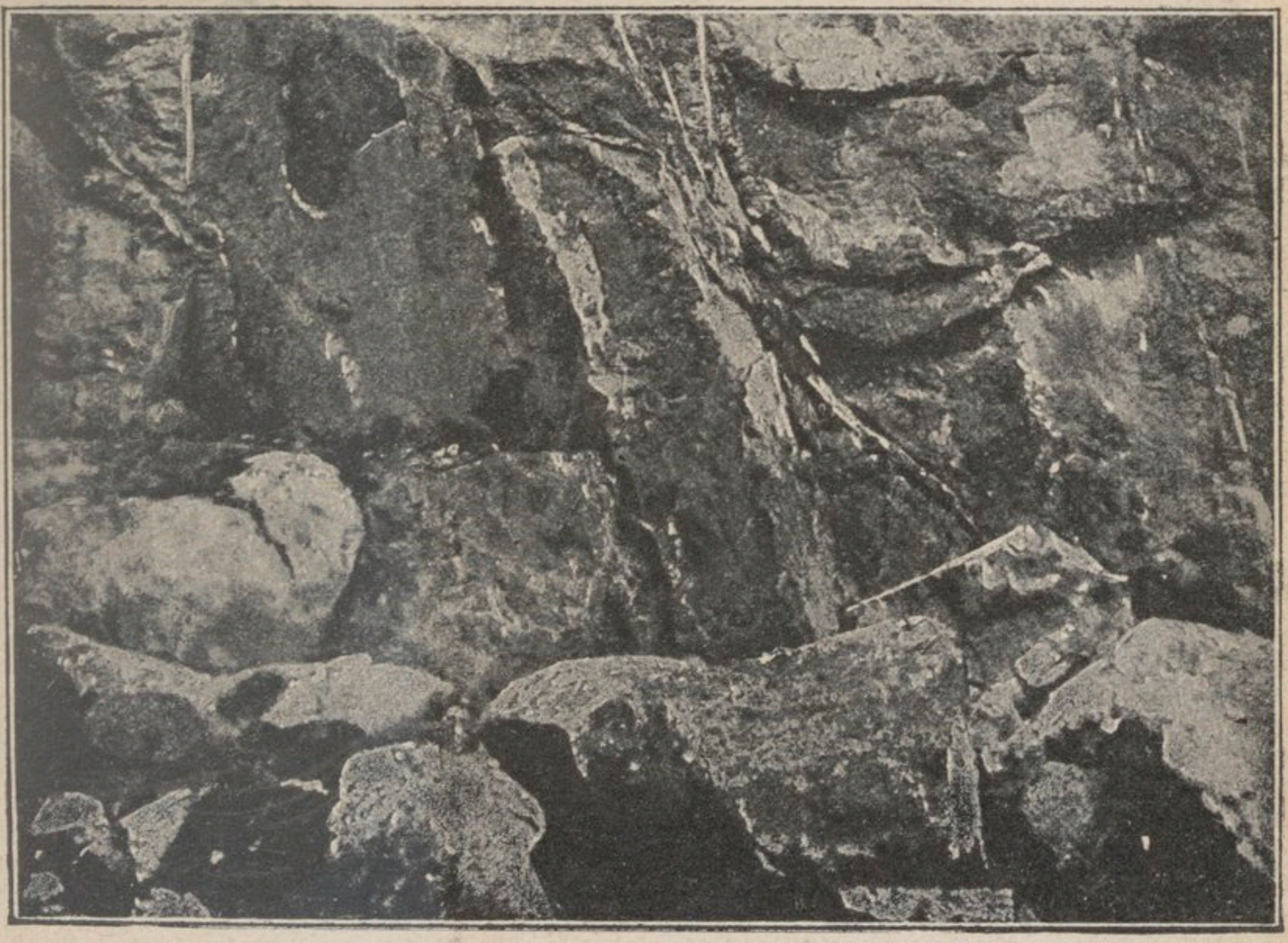
Le minerai ainsi réduit est ensuite dirigé sur des tamis à secousses, à l'une des extrémités desquels se trouve une cheminée d'appel, qui, par le moyen d'un ventilateur, aspire la partie fibreuse la plus légère. Dans tous les cas, ce sable amianté se rend aux appareils appelés cyclones, qui consistent en une boîte métallique dans laquelle tournent, en sens contraire et à grande vitesse, deux roues à palettes qui pulvérisent complètement le produit. Ce dernier est aspiré et poussé alors sur des tables à secousses munies d'aspirateurs qui séparent la fibre du sable fin et rendent le produit à peu près pur.

Au début de l'industrie de l'amiante, on préparait un certain nombre de qualités qui sont maintenant réduites à deux : la fibre proprement dite et le « paper stock », composé de fibres très courtes. Dans la roche, la proportion de fibres est variable, et on peut dire qu'une exploitation bien conduite, traitant, par exemple, 500 tonnes de roche fournit de 30 à 40 tonnes de produit marchand. La production de l'amiante au Canada a donné, en chiffres ronds :

En 1880, 380 tonnes d'amiante représentant une valeur de 25.000 dollars ;

En 1901, 38.000 tonnes représentant une valeur marchande de 1.186.434 dollars.

Les fils d'amiante employés dans l'indus-

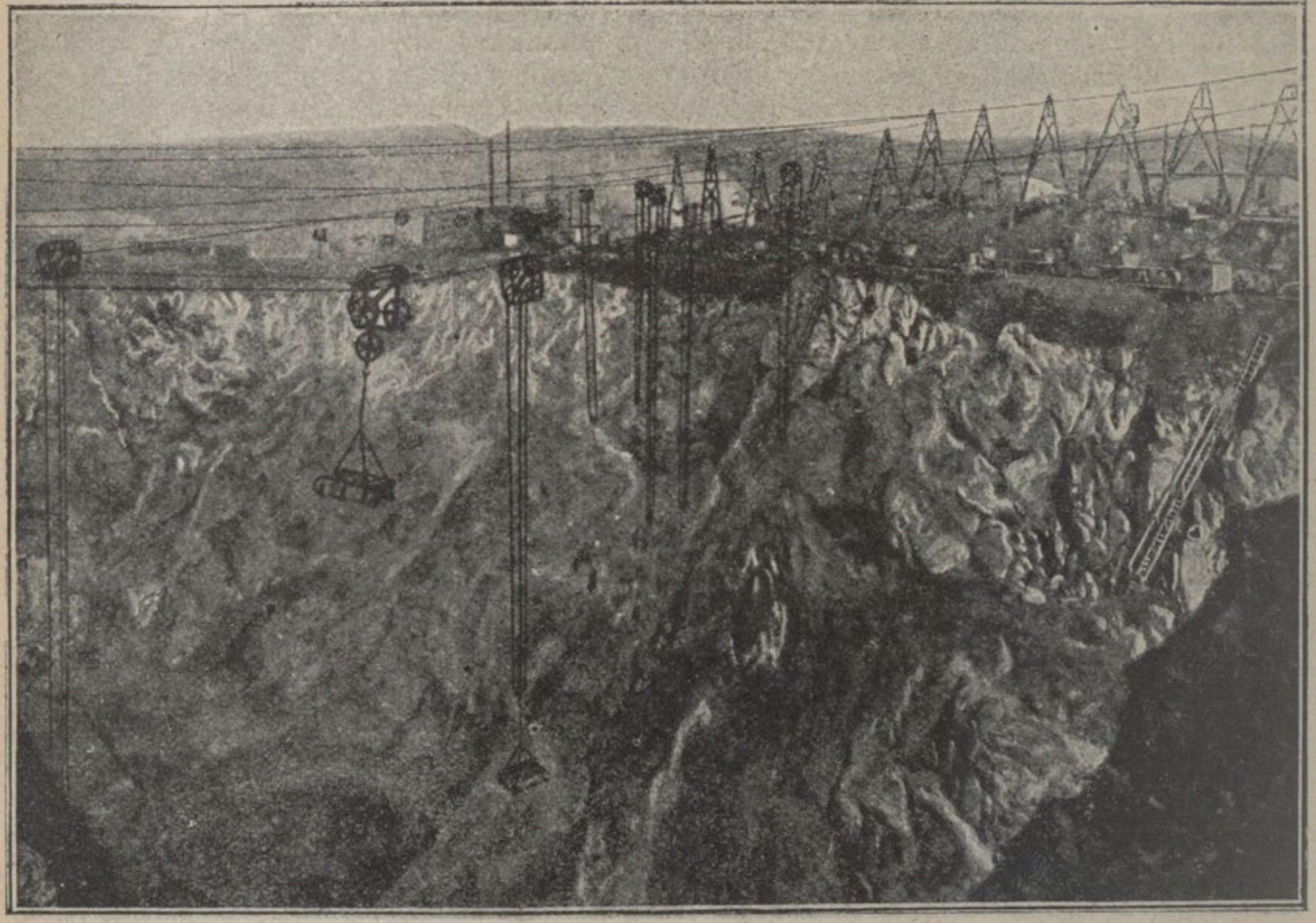


FORMATIONS ROCHEUSES SILLONNÉES PAR DES VEINES D'AMIANTE

trie varient de 8 à 30 millimètres de longueur, à l'état brut ; cependant, on trouve assez fréquemment des filaments atteignant la longueur de 8 à 10 centimètres.

Je dirai de suite que cette dernière variété est surtout utilisée dans la fabrication de certains produits, tels que les bûches des fourneaux à gaz ou les garnitures de poêles.

En général, l'industrie emploie les déchets, assez considérables, des manipulations à la confection de feuilles de carton épais.



INSTALLATIONS MÉCANIQUES POUR L'EXPLOITATION D'UNE MINE D'AMIANTE

Le minerai est remonté au moyen de plateaux supportés par le câble d'un chariot circulant sur un fil aérien et manœuvré par un treuil.

Au début de 1907, l'amiante industriel valait de 700 à 800 francs la tonne pour l'amiante fibreux, et 1.600 francs la tonne pour l'amiante rocheux. Ajoutons à cela le prix de transport, et nous pouvons juger aisément dans quelles proportions l'amiante voit son prix s'élever avant d'arriver à l'usine. Il y a lieu de remarquer que ce qui détermine la valeur de l'amiante, ce n'est pas tant la longueur ni la finesse de sa fibre que la souplesse et la facilité qu'il a d'être transformé en fils destinés au tissage.

Nous venons de parler des matières premières ; nous allons maintenant passer rapidement en revue les matières accessoires et les produits de mélange. La pâte qui sert à former le carton d'amiante est mélangée à certains produits qui donnent au composé obtenu des qualités déterminées. Par exemple, on utilise l'amidon pour agglutiner les fibres ; l'adjonction de corps gras à la pâte rendra le carton d'amiante imperméable à l'eau, propriété qu'il n'a pas naturellement. On utilise souvent à cet effet des huiles minérales lourdes qui dérivent pour la plupart du goudron. On ajoute encore quelquefois de l'alun, du sulfate d'alumine ou du carbonate de baryte à la pâte amiantée.

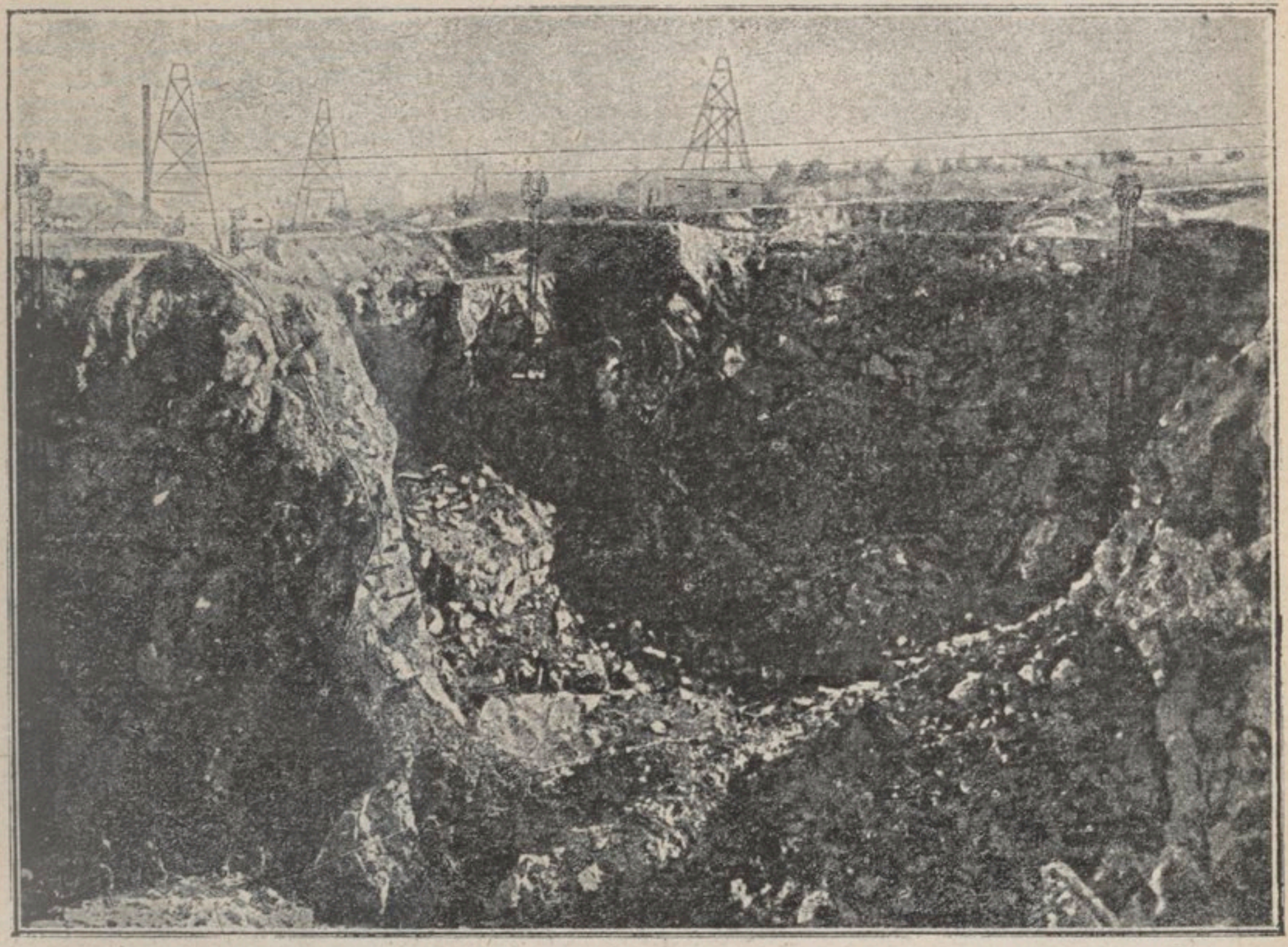
Ainsi donc l'amiante n'est jamais employé tout seul, mais presque toujours à l'état de mélange ou de combinaison avec certains corps destinés à lui donner quelques-unes des propriétés qu'il ne possède pas.

Le caoutchouc peut également s'employer en combinaison avec l'amiante, soit sous forme de cordons ou de feuilles, soit à l'état de dissolution à étendre sur le tissu même.

D'autre part, dans la fabrication des produits où l'amiante entre à l'état de fils,

on imprègne souvent ceux-ci de certaines substances grasses, de nature minérale, dont la présence, tout en facilitant le glissement des fils, ajoute encore à l'étanchéité de la totalité. Le talc en poudre, le graphite naturel, la paraffine, des hydrocarbures, résidus de la distillation des huiles, le suif, la graisse de bœuf sont couramment mélangés à l'amiante pour fournir des produits manufacturés de variétés diverses.

On peut facilement combiner avec lui, non



AUTRE ASPECT D'UNE MINE D'AMIANTE CANADIENNE EN PLEINE EXPLOITATION

Quand il est remonté à la surface, le minerai est déversé dans des wagons qui le transportent au moulin pour y subir les traitements nécessaires.

seulement le fil de coton, de chanvre, mais encore des toiles de coton et même de la toile à voile. Enfin, comme nous le verrons au cours de cet article, des produits métalliques (fils de fer, fils de laiton, fils de plomb, toiles métalliques, tissus en fils de laiton) peuvent être couramment incorporés à l'amiante pour fournir des produits variés et extrêmement résistants.

Pour le carton d'amiante de qualité courante, on utilise en général des flocons qui sont constitués par des fibres très courtes, auxquelles on ajoute les déchets recueillis au cours des opérations. Ce sont ces débris qui, autrefois, étaient jetés et abandonnés.

On commence par broyer ces matières sous de petites meules verticales en pierre, et, après les avoir tamisées, on les travaille dans une sorte d'appareil raffineur, semblable à celui que l'on trouve dans les papeteries. C'est dans cet appareil que, grâce au brassage de la matière dans l'eau, se forme la pâte à laquelle on ajoute, s'il y a lieu, de la colle d'amidon, comme matière agglutinante, ou l'un quelconque des ingrédients chimiques primitivement indiqués.

La masse est ensuite introduite dans une sorte de cuvier mélangeur, où un agitateur mû mécaniquement remue la pâte de façon continue, afin de la rendre très homogène.

On transforme alors cette pâte en une feuille de carton à l'aide d'une machine continue. Cette pâte s'étale en une mince couche sur une toile sans fin, généralement en feutre, et s'enroule à l'extrémité du feutre sur un tambour. Lorsque le carton a atteint l'épaisseur voulue, l'ouvrier, qui en est averti

par une sonnerie, le découpe soigneusement en feuilles à l'aide d'un couteau qu'il promène suivant des rainures longitudinales qui sont ménagées dans le cylindre.

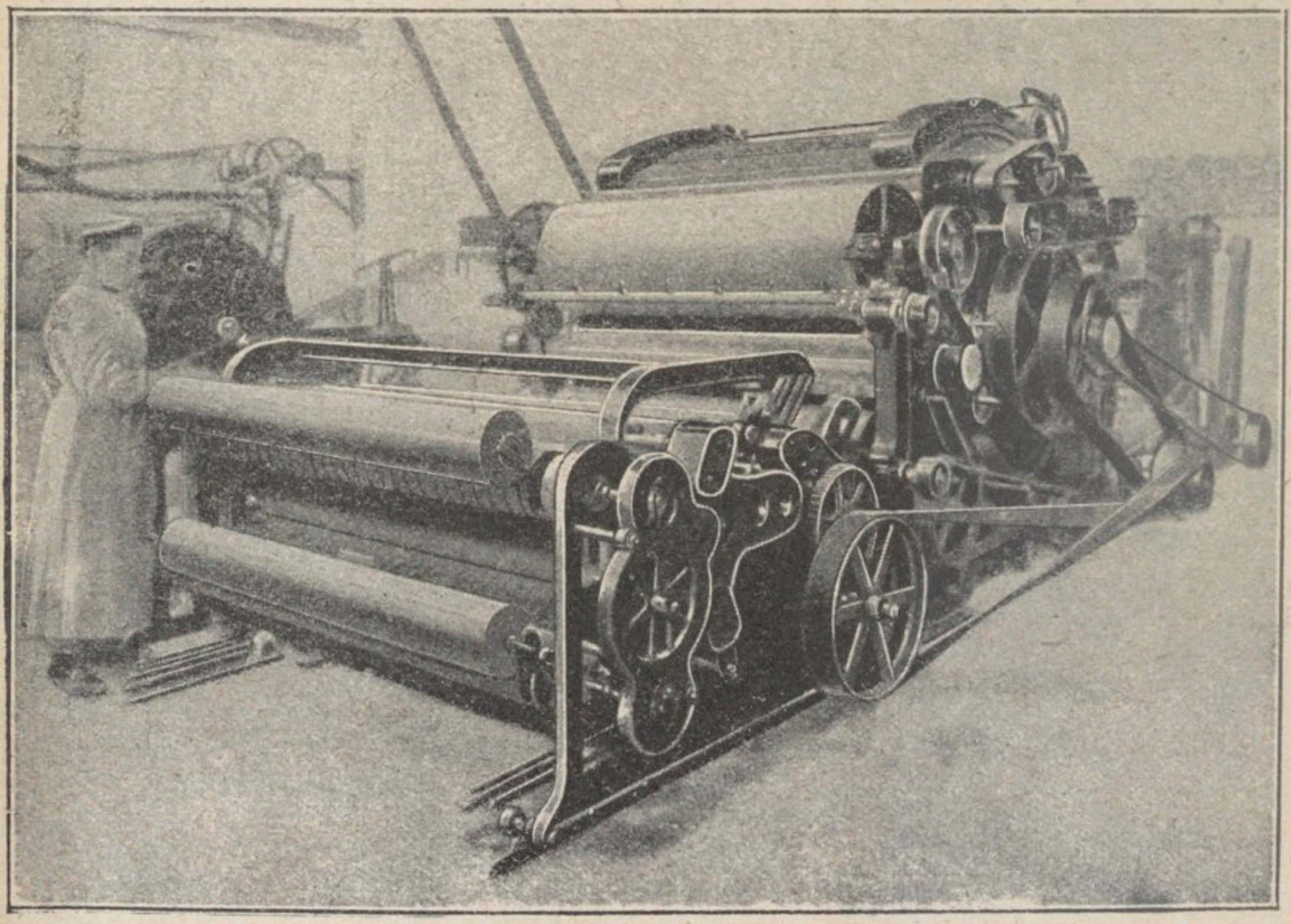
Les feuilles de carton, détachées ensuite du tambour, passent d'abord sous une presse hydraulique qui en extrait l'excédent d'eau ; elles sont ensuite mises à sécher dans une étuve qui est chauffée à 100°, et, au sortir de cet appareil, elles sont laminées à froid, pour leur donner une consistance plus ferme. Enfin, l'on découpe les feuilles aux dimensions voulues au moyen d'une machine à rogner spéciale ou d'un massicot.

Pour fabriquer du feutre, on utilise l'amiante en roche. Cette dernière variété doit être employée afin de désagréger les fibres. L'opération s'effectue au moyen de petites meules en pierre. Lorsque l'amiante est désagrégé, il faut ouvrer les fibres, en séparer les poussières, et cette opération est effectuée au moyen d'un tamis ou bien à l'aide d'une ouvreuse, comme celle qui est utilisée dans la fabrication du coton. Voici, d'ailleurs, résumée, la technique du fonctionnement de cet appareil :

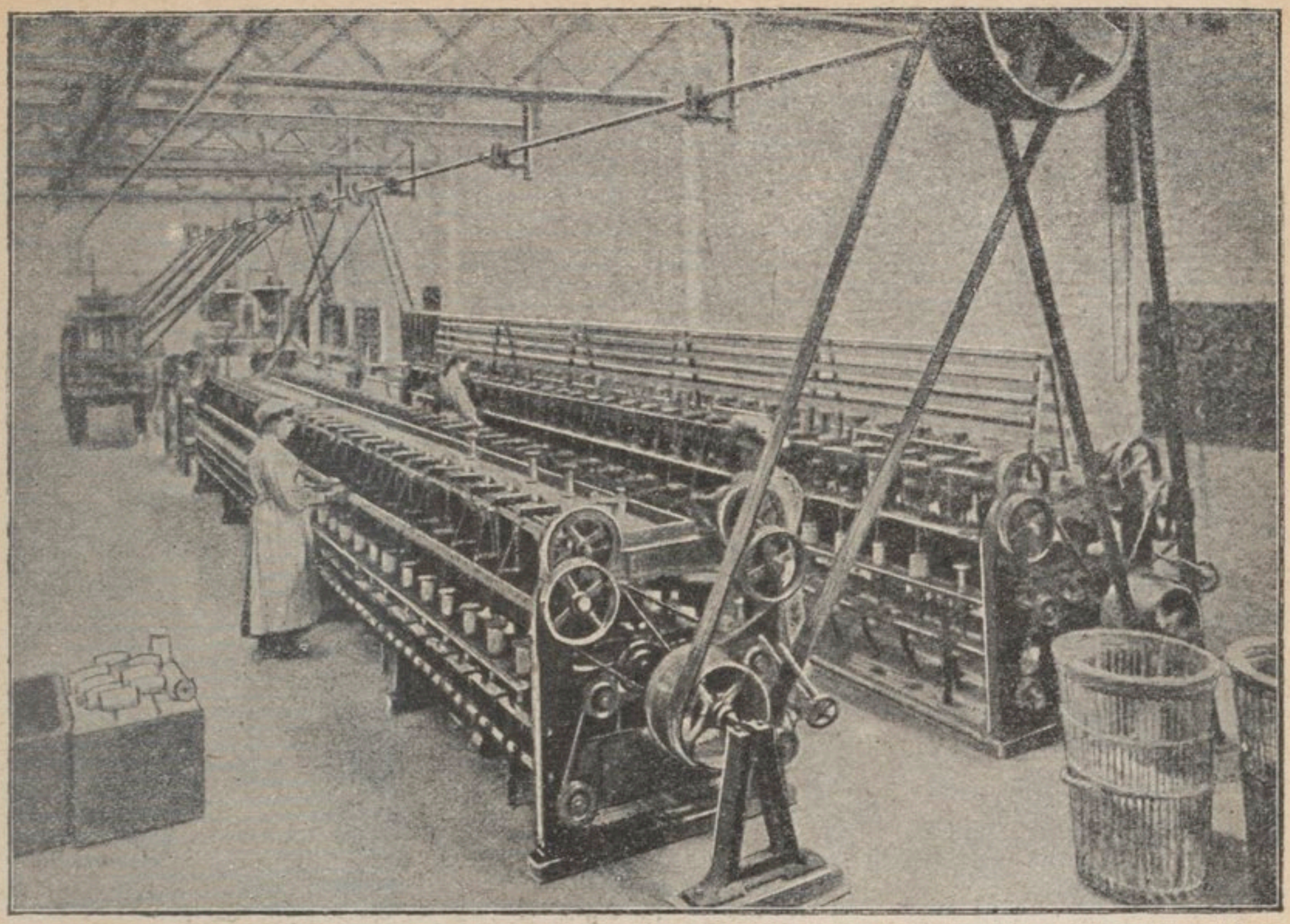
Une série d'ailettes disposées en spirale et entourées par une grille sont fixées sur un arbre vertical qui tourne environ à 1.500 tours par minute. La matière est introduite par le bas. Comme bien on pense elle se trouve énergiquement travaillée et ouverte par les organes dont nous venons de parler. Les poussières passent à travers la grille et les parties les plus lourdes tombent dans un réservoir, tandis que les plus légères se trouvent entraînées par un ventilateur, et chassées dans une chambre spéciale appelée « chambre à poussière ». L'amiante, complètement débarrassé des impuretés, reste à l'intérieur de la grille, d'où il se trouve aspiré avec force par le ventilateur, puis, finalement, il est rejeté au dehors.

Après cette préparation, il y a lieu de procéder au cardage, dont le but principal est de rendre parallèles les fibres de l'amiante, de manière à obtenir une espèce de voile très ténu. Pour effectuer cette opération, en raison de la force des fibres d'amiante, on utilise la carde dite à « hérissons ».

La matière qui sort du cardage est sous forme d'un voile très mince. C'est en superposant plusieurs de ces voiles qu'on obtient une nappe plus épaisse qui peut servir directement à la fabrication des matelas calorifuges que l'on encastre entre deux toiles d'amiante. On peut, d'ailleurs, transformer cette nappe en feutre en lui faisant



MACHINE CONSTRUITE SPÉCIALEMENT POUR CARDER LES FIBRES D'AMIANTE



A L'AIDE DE CETTE MACHINE, L'AMIANTE SE FILE COMME LE CHANVRE

subir un travail supplémentaire, à l'aide de plusieurs rouleaux frotteurs qui sont animés d'un mouvement de va et vient. Par ce procédé, on entrelace les fibres et on donne une plus grande solidité à l'ensemble.

Lorsque ces fibres sont destinées à être transformées en fils, elles sont broyées et ouvertes, et cardées ensuite au moyen de la carde fileuse. Cette dernière machine effectue un travail analogue à celui que nous avons exposé, mais, en outre, la nappe qui a été détachée se trouve divisée en rubans, et chacun de ceux-ci est transformé en mèche par le frottement de deux tabliers, dont le supérieur est animé d'un mouvement de va et vient d'une lenteur calculée.

Ces mèches sont enroulées ensuite sur un tambour. Après cette opération, également mécanique, on effectue le filage, qui a pour but d'amener, par l'étirage et par la torsion, la mèche qui sort de la carde au degré voulu de finesse, de longueur et de solidité.

Il y a lieu de remarquer que l'amiante ne peut pas être volontairement étiré, les fibres glissant difficilement les unes sur les autres. Cependant, on arrive aisément à fabriquer des fils fins ayant jusqu'à 10.000 mètres au kilogramme, en travaillant une seconde fois au métier à filer les fils d'amiante obtenus avec faible torsion au banc à broches.

On fabrique des toiles au moyen de fils d'amiante. On se sert alors du métier à tisser ordinaire, en tout point identique à celui qui est employé pour les fibres textiles dans les tissages ordinaires.

Dans les tisseurs à amiante, les fils de la chaîne sont étalés horizontalement et parallèlement. Les fils de rang impair et ceux de rang pair se trouvent soulevés par un mécanisme particulier, de manière à laisser passer chaque fois, dans l'angle formé, la navette qui conduit le fil de trame, tantôt dans un sens, tantôt dans un autre : la toile, d'une grande solidité, se forme ainsi peu à peu.

Les fils d'amiante sont aussi façonnés en cordes ou tresses à l'aide du métier vertical à bobines valseuses. On peut également, avec ces appareils, tresser une enveloppe cylindrique et former une véritable gaine autour d'un noyau central, constitué par un fil métallique, par une corde en caoutchouc ou en coton, etc... (Photo page 151).

C'est au cours de l'opération du tressage que l'on enduit l'amiante de talc, de suif ou de graphite, en obligeant les fils à passer à travers l'une ou l'autre de ces substances.

Comme on peut le concevoir d'après l'exposé qui précède, l'amiante sert à la

garniture des freins, des cônes d'embrayages, des galets de friction, des sabots de freins de tramways, des treuils, des appareils de levage de mines, de navires, etc...

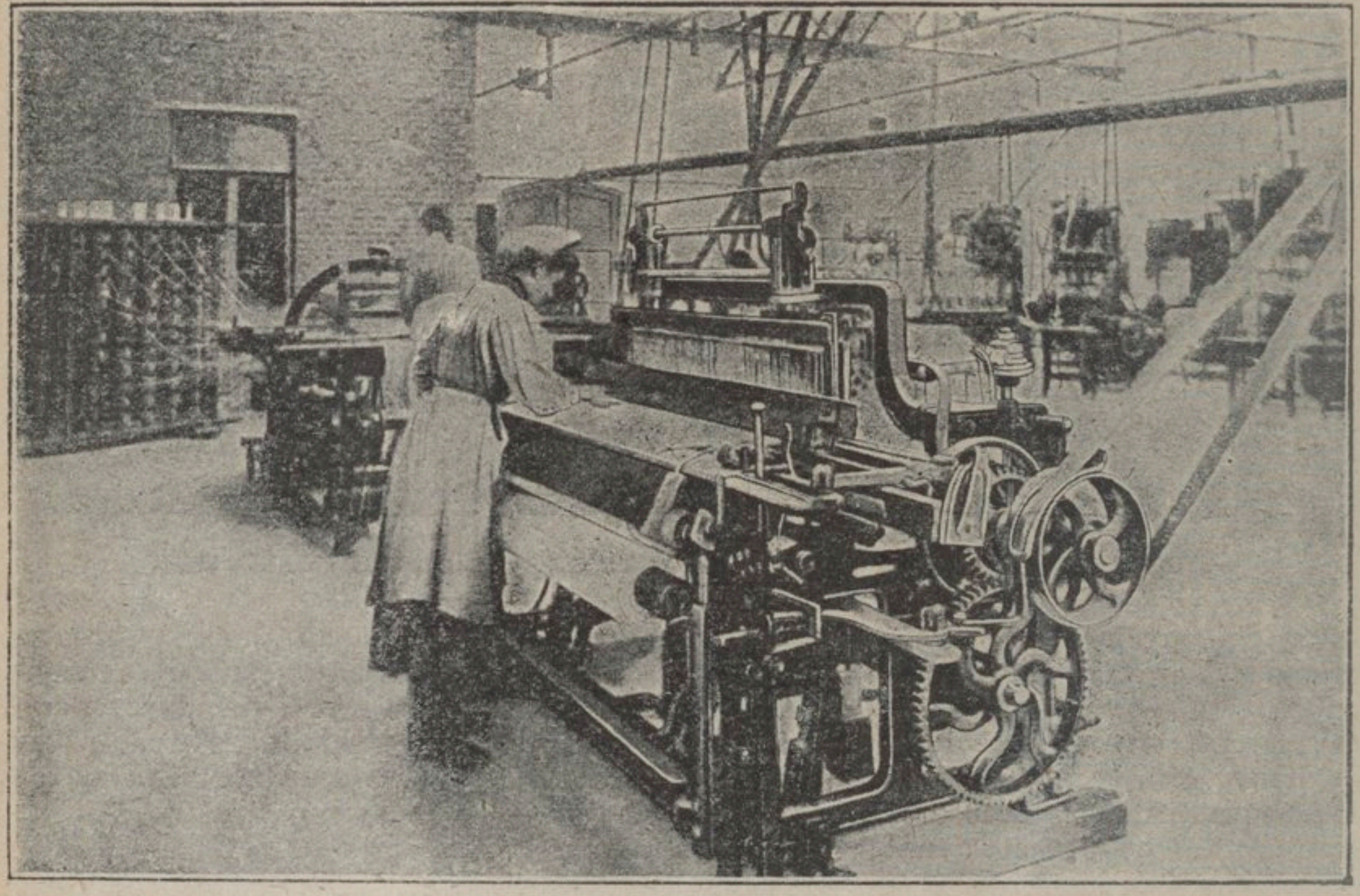
Un composé spécial, connu en France sous le nom de « stop-asbest », est un mélange d'amiante dont l'action particulièrement douce et silencieuse n'altère pas les tambours et autres pièces en contact, qui ne subissent, de ce fait, aucune usure.

On a réussi à constituer avec l'amiante un composé spécial qui remplace l'ardoise et qui est utilisé avantageusement pour les toitures, les plafonds, les revêtements. Le poids de ce produit est de 4 kilogrammes par mètre carré. Ces sortes de petites ardoises, très résistantes, rapides à poser, se placent absolument comme les ardoises normales, sur des lattes supportées par des chevrons.

D'ailleurs, l'économie résultant de l'emploi de ces tuiles en amiante est considérable, puisque, en raison de leur légèreté, on peut employer des lattes de très faible épaisseur, et qu'aucun genre de toitures (tuiles, ardoises, etc...) ne permet de réaliser, à cause de son poids, une pareille économie de bois de charpente, toujours d'un prix élevé.

Aussi, au cours de la guerre actuelle, l'emploi des tuiles en amiante s'est-il généralisé, plus particulièrement à l'armée de Macédoine, où le démontage et le remontage rapides des toitures des baraquements, des maisons ou abris démontables, ont été rendus fréquemment nécessaires, en raison des péripéties de la lutte pénible que nos troupes ont été obligées de soutenir.

Cette petite tuile d'amiante possède une nervure conique et a un axe normal aux bases. Elle a généralement comme dimensions 33 centimètres sur 28. Une nervure légèrement ondulée existe à gauche, et un bord relevé se trouve à droite.



MÉTIER HORIZONTAL SERVANT A FABRIQUER DES TOILES D'AMIANTE

On concevra la légèreté de ces tuiles d'amiante en songeant que chacune d'elles pèse 270 grammes. Comme nous l'avons dit, le poids du mètre carré de couverture est de 4 kilogrammes, alors qu'un mètre carré de couverture en tuiles pèse 70 kilogrammes.

D'ailleurs, il y a lieu d'ajouter qu'aux armées d'Orient, les plaques d'amiante n'ont pas été utilisées seulement pour les toitures, mais encore à l'intérieur des bâtiments, pour plafonner les baraquem nts, qui deviennent ainsi très clairs et très blancs.

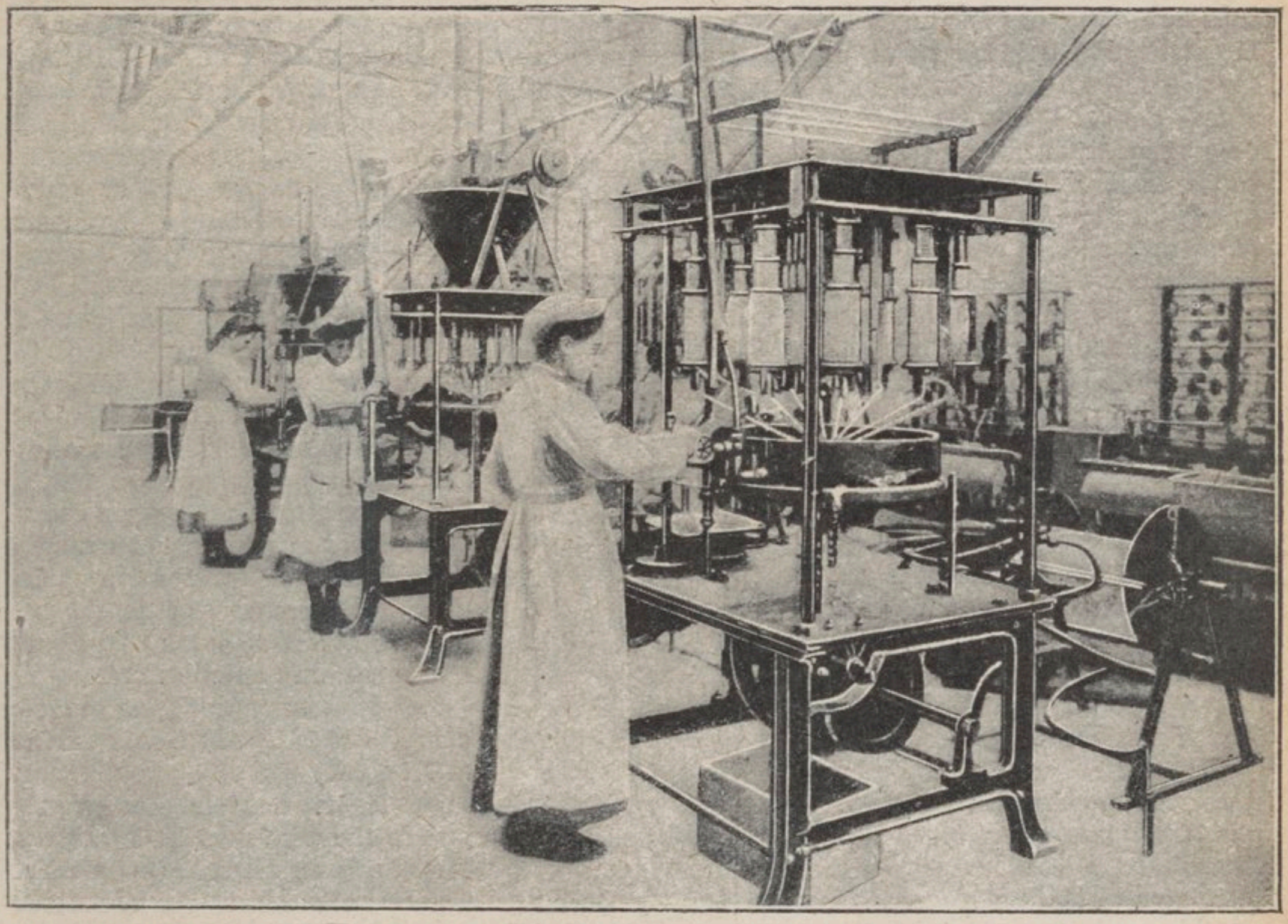
Pour l'éclairage des hangars, des abris et des baraquements, afin d'éviter l'installation des tabatières et des lucarnes, qui sont coûteuses, on a créé également un composé

d'amiante et de verre, qui peut se fixer aux endroits voulus, pendant la pose de la toiture ou ultérieurement, mais qui donne autant de clarté qu'un châssis ordinaire.

Sans insister sur le détail de la pose des p tites tuiles en amiante et des vitres amiantées, on peut indiquer qu'on réalise, par ce procédé simple et pratique, une économie considérable sur toutes les installations qui ont été faites jusqu'à ce jour.

Deux plaques similaires fixées de part et d'autre d'une croix de Saint-André constituent un pan de mur possédant les qualités d'un mur ordinaire, sans en avoir les inconvénients (poids, construction, etc...).

Aussi, sans vouloir insister sur ce sujet qui intéresse directement la défense nationale, m'est-il permis de dire que, par l'assemblage de plusieurs de ces plaques, on a pu arriver à construire, tout entières, des bara-



CES MÉTIERS VERTICAUX PERMETTENT DE TRESSER LES FILS D'AMIANTE

L'amiante étant incombustible, étant imputrescible, étant inattaquable à toute espèce d'acide, ne subissant aucune action de la part de la chaleur et du froid, étant imperméable, de plus, ayant un faible poids, a été pratiquement utilisé pour la construction complète de baraquements transportables.

Grâce à un procédé spécial, qu'il ne m'est malheureusement pas permis de décrire, on a pu arriver à construire de très grandes plaques d'amiante qui sont constituées par un tissu métallique entouré de ce corps ; le tout, soumis à la compression, possède la rigidité complète d'une plaque de métal de plusieurs centimètres d'épaisseur, sans avoir l'inconvénient du poids que pourrait avoir une plaque métallique d'égales dimensions.

ques facilement transportables et démontables, sans qu'il y ait aucune perte, aussi bien au démontage qu'à l'assemblage.

Comme on peut aisément l'imaginer, sans entrer dans le détail des fabrications, les produits amiantés qui doivent subir une certaine résistance, sont constitués par un produit d'amiante feutré et fortement comprimé, après avoir été imperméabilisés dans toute la masse par un procédé spécial qui est le secret de l'inventeur.

Je citerai encore l'emploi du tissu amianté dans les accumulateurs des sous-marins : cette dernière application est actuellement une des plus importantes de ce produit, dont l'industrie est appelée au plus brillant avenir.

CHARLES DANGOY.

PROJECTILE POUR ENVOYER DES MESSAGES

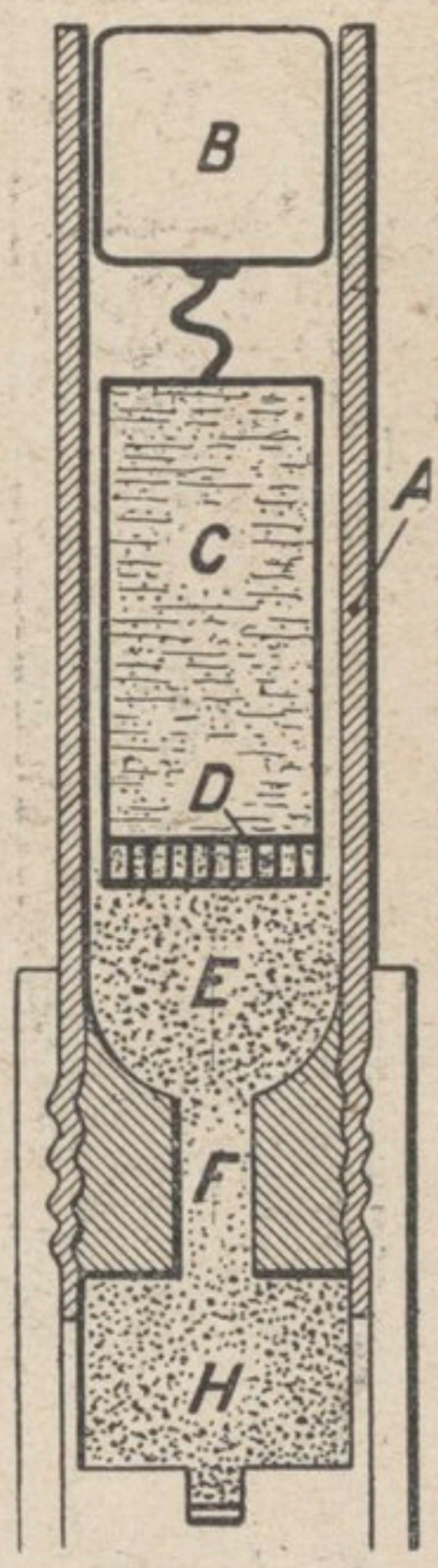
La transmission urgente des ordres et des observations en première ligne par les agents de liaison est pleine de difficultés et de périls. Aussi, toutes les fois qu'il est possible, on l'effectue par téléphone. Mais ce mode de communication n'est pas sans présenter des inconvénients. Il est sujet à caution parce que, sans le vouloir, il laisse tomber son secret dans les oreilles ennemies qui, souvent, trouvent moyen de se tendre, invisibles, sur le passage des fils. Pour obvier à ce danger, l'état-major allemand a strictement réglementé les cas dans lesquels il était permis de faire usage du téléphone dans les tranchées. Chaque armée belligérante a donc été amenée à rechercher, pour ses éléments avancés, des moyens de correspondre alliant la promptitude à une grande discrétion.

Il y a quelque temps, les Allemands ont mis en service, sur le front occidental, un nouvel engin dont nous nous sommes emparés il y a plusieurs semaines, au cours d'une attaque victorieuse sur le massif de Moronvilliers.

Il réalise la correspondance pneumatique sans tube et s'envoie par un lance-grenades qui, au lieu d'un projectile explosif, projette une petite boîte métallique renfermant le message à faire parvenir à son destinataire.

Cet engin se compose extérieurement d'un cylindre en fer blanc, que termine un empennage à la partie inférieure. Sa hauteur totale est de 37 centimètres ; son diamètre mesure 3 centimètres.

Sa coupe longitudinale, que nous donnons ci-contre, nous montre, à partir de l'extrémité supérieure : La petite boîte métallique dont nous avons déjà parlé. Elle a la forme d'une bombe à main. Elle est accrochée à un feu de Bengale rouge qui s'étend sur la moitié de la longueur du cylindre et a pour culot une charge de dépotage. Puis viennent successivement une certaine épaisseur de poudre, un relai de poudre et enfin une cartouche de chasse.



PROJECTILE A MESSAGES ALLEMAND, LANCÉ PAR LE « GRANATENWERFER »

A, *cylindre ;* B, *boîte à message ;* C, *feu de Bengale ;* D, *charge de dépotage ;* E, *poudre ;* F, *relai de poudre ;* H, *cartouche de chasse.*

Lorsqu'on veut expédier un message, on fait partir le « granatenwerfer » dans lequel a été introduit le projectile porte-message. L'explosion de la cartouche de chasse projette ensuite avec violence le feu de Bengale accompagné de la boîte au message. La composition éclairante, qui a pris feu pendant le trajet aérien, indique avec une grande exactitude le point où la chute se produit sur le sol.

Concurremment à cet appareil, les Allemands se servent aussi, dans le même but, du minenwerfer de tranchée, du type léger.

Les projectiles que lancent l'un et l'autre modèle s'appellent des *Nachrichtengeschosse.*

Le *Granatenwerfer* tire des *Melde-Wurf-granaten* (en abrégé : M. W. Gr.) ou bombes porte-messages. Sous un angle de 32°, la portée maxima de cet engin est de 600 mètres environ. Nos ennemis l'utilisent pour relier la première ligne aux commandants de bataillons et de régiments, qui ont leur poste un peu en arrière.

Le *Minenwerfer* léger envoie des *Leichte Nachrichtenmine* (L. N. M.) ou obus porte-messages légers, dont la plus grande portée n'excède pas 1.300 mètres. Il est mis en batterie pour relier les commandants de régiments ou de bataillons à l'artillerie, au quartier général de brigade, aux centres de renseignements. Nous voilà bien loin des pigeons, que les Allemands emploient cependant aussi en grand nombre pour assurer certaines liaisons.

La transmission de la pensée par la poudre, n'est-ce pas une manière bien tudesque ? Mais nous savions depuis bien longtemps que, de nos ennemis, toute l'âme résidait dans leurs canons.

Il ne faudrait cependant pas croire que les *Nachrichtengeschosse* sont d'invention récente. En effet, on a raconté que, lors du siège de Port-Arthur, les Japonais avaient lancé à plusieurs reprises, sur la ville, des projectiles renfermant des proclamations invitant la garnison à cesser la résistance.

LA MESURE, PAR LA PYROMÉTRIE, DES HAUTES TEMPÉRATURES

Par Raymond GOLFIN

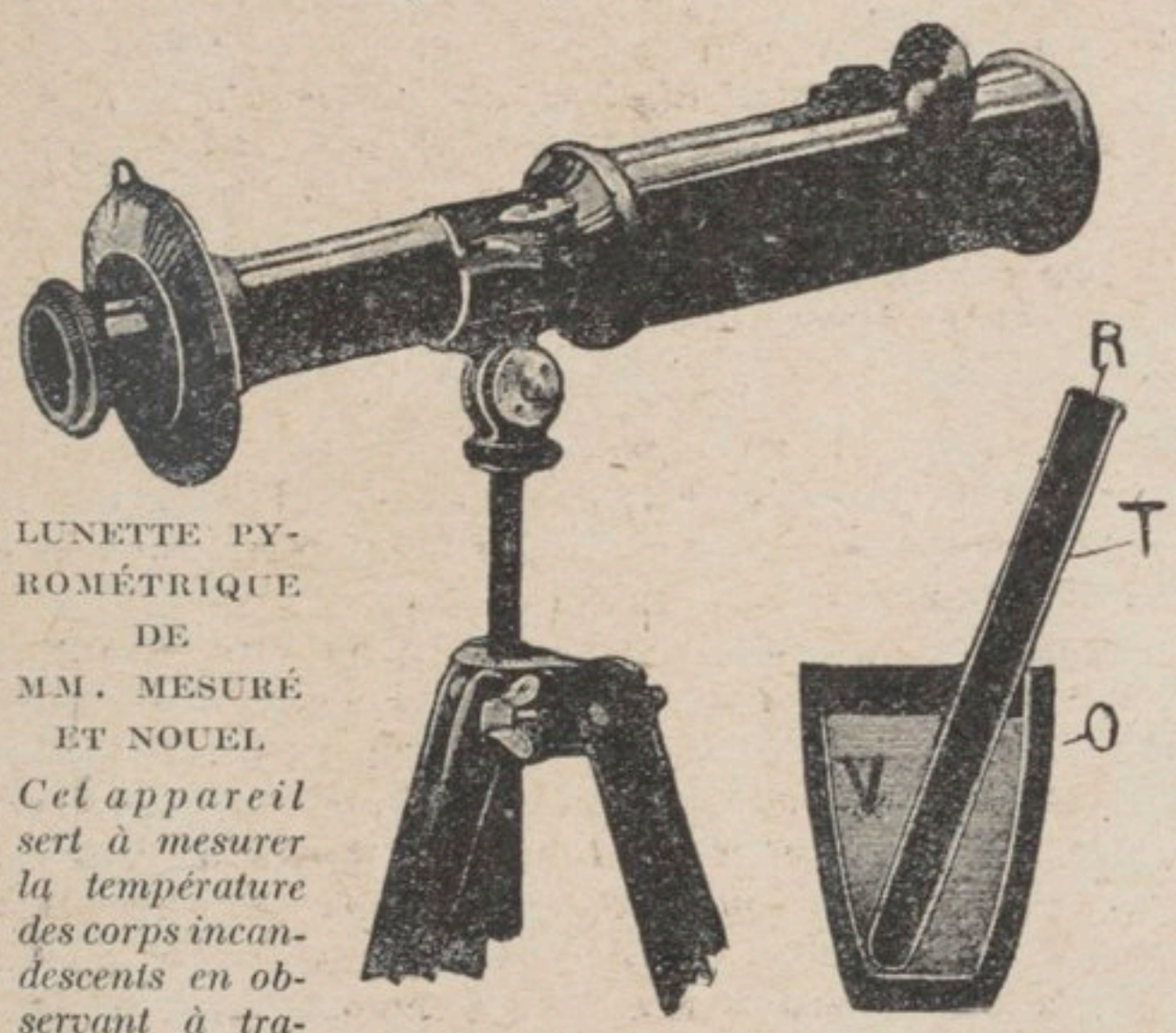
Un grand nombre d'opérations industrielles s'exécutent aujourd'hui entre des limites de températures très resserrées qui exigent l'emploi d'appareils de mesure d'une très grande précision.

En métallurgie, la trempe, le recuit, le revenu doivent se faire, par exemple, entre 800° et 850° ou entre 900° et 950°, etc. ; si l'on n'atteint pas le minimum prescrit ou si l'on dépasse le maximum, les propriétés du métal obtenu n'ont aucun rapport avec celles qui correspondent à l'intervalle de température indiqué par les chimistes spéciaux, d'après leurs études de laboratoire.

De même, la cuisson des pièces céramiques de toutes espèces doit être surveillée, pour ainsi dire de minute en minute, au moyen de lectures effectuées sur des appareils sensibles qui renseignent à chaque instant l'ouvrier sur la marche d'un four. Le succès de la fabrication en dépend.

Autrefois, on se fiait à la pratique et à la grande expérience qu'avaient de certaines opérations industrielles les artisans de métier instruits par une longue habitude. Aujourd'hui, ces renseignements ne suffisent plus, et, dans beaucoup d'industries, on manque de praticiens expérimentés. D'autre part, la concurrence, de jour en jour plus âpre, oblige à faire bien, vite et à bon marché.

Les hautes températures, dépassant environ 300°, ne peuvent être évaluées au moyen de thermomètres ordinaires, car le mercure qui sert de base à l'établissement de ces appareils entre en ébullition vers 357°. La tension de vapeur de ce métal croissant très rapidement à partir de 200°, les indications d'un thermomètre à mercure sont trop faibles entre 100° et 225°, et ensuite trop élevées entre 225° et 330°. Pour cette dernière température, l'erreur est d'environ 2° ½. On construit cependant des appareils thermométriques à mercure avec enveloppe de quartz fondu (le verre fond à cette température), que l'on peut employer jusqu'au rouge, c'est-à-dire entre 500° et 600°, dans tous les cas où l'on peut se contenter d'une mesure approximative.



LUNETTE PYROMÉTRIQUE DE MM. MESURÉ ET NOUEL

Cet appareil sert à mesurer la température des corps incandescents en observant à travers un quartz la lumière qu'ils émettent. — Quand on veut apprécier le température de métaux fondus dans un creuset O, *on enfonce dans la masse liquide* V *un tube de fer fermé à un bout ; on regarde par le bout ouvert* R *avec une lunette pyrométrique sans que les colorations du foyer puissent gêner en quoi que ce soit l'observation.*

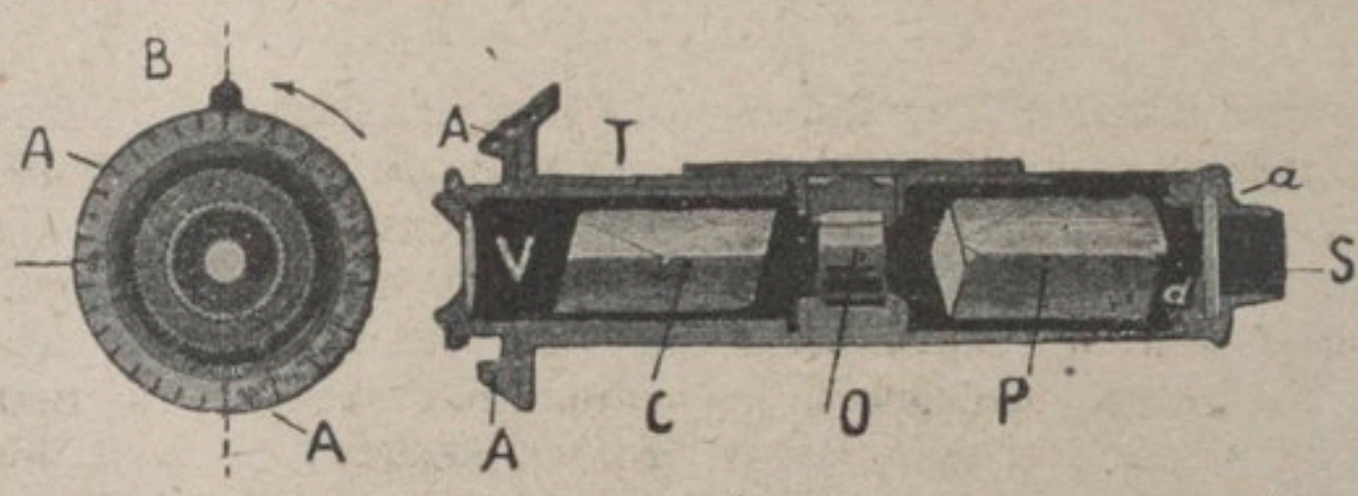
Au delà de ces limites extrêmes, on est obligé de recourir à des appareils de mesure spéciaux, souvent compliqués, appelés *pyromètres*.

On utilise en pyrométrie quelques-unes des propriétés physiques les plus essentielles des métaux : thermo-électricité, conductibilité électrique, fusion et autres changements d'état, chaleur spécifique ou rayonnée, intensité lumineuse, etc.

On peut classer les pyromètres en deux grandes catégories bien distinctes, qui sont les appareils à couples thermo-électriques et les instruments à radiations.

Le fonctionnement des pyromètres thermo-électriques est basé sur certaines considérations que nous allons résumer ci-après :

Lorsqu'on chauffe le point de soudure de deux métaux différents ou d'alliages réunis bout à bout de manière à former un circuit fermé, il se produit une force électromotrice dont l'intensité est fonction de la température. Les pyromètres thermo-électriques actuels comportent donc tous un couple formé de deux fils métalliques de nature différente, soudés ou mis en contact à l'une de leurs extrémités et fixés aux deux bornes d'un galvanomètre très sensible. Quand on élève la température du point de contact des fils, l'aiguille subit une déviation et on établit la graduation d'un cadran en repérant les déviations correspondant à des températures connues. On procède par interpolation à la graduation des régions de l'échelle situées entre les repères.



COUPE DU TUBE OPTIQUE D'UNE LUNETTE PYROMÉTRIQUE DE MM. MESURÉ ET NOUEL

Le réglage à O *d'un nicol polarisateur* P *et d'un nicol analyseur* C, *placés dans un tube* T, *donne le zéro de la graduation d'un cercle divisé* AA. *Ce cercle, divisé en degrés sur un quart de la circonférence, de* 0 *à* 90°, *est mobile devant l'index* B. *Entre les deux nicols* P *et* C *est monté le quartz* O. *Une lampe* V *permet de viser l'ouverture* S, *garnie d'une glace ou d'une lentille* d *abritée dans le tube* a.

La déviation de l'aiguille mesure une intensité I et la température produit une force électromotrice E; ces divers éléments sont reliés par une relation mathématique d'après laquelle la force électromotrice E est égale au produit de la résistance R multipliée par l'intensité I. Si l'on veut mesurer l'intensité I, il est indispensable que la résistance R reste constante. On est donc conduit à l'adoption d'un galvanomètre de résistance suffisamment élevée pour que celle de l'ensemble du circuit demeure sensiblement constante, malgré la variation de résistance que l'augmentation de température provoque dans la partie du couple que l'on chauffe.

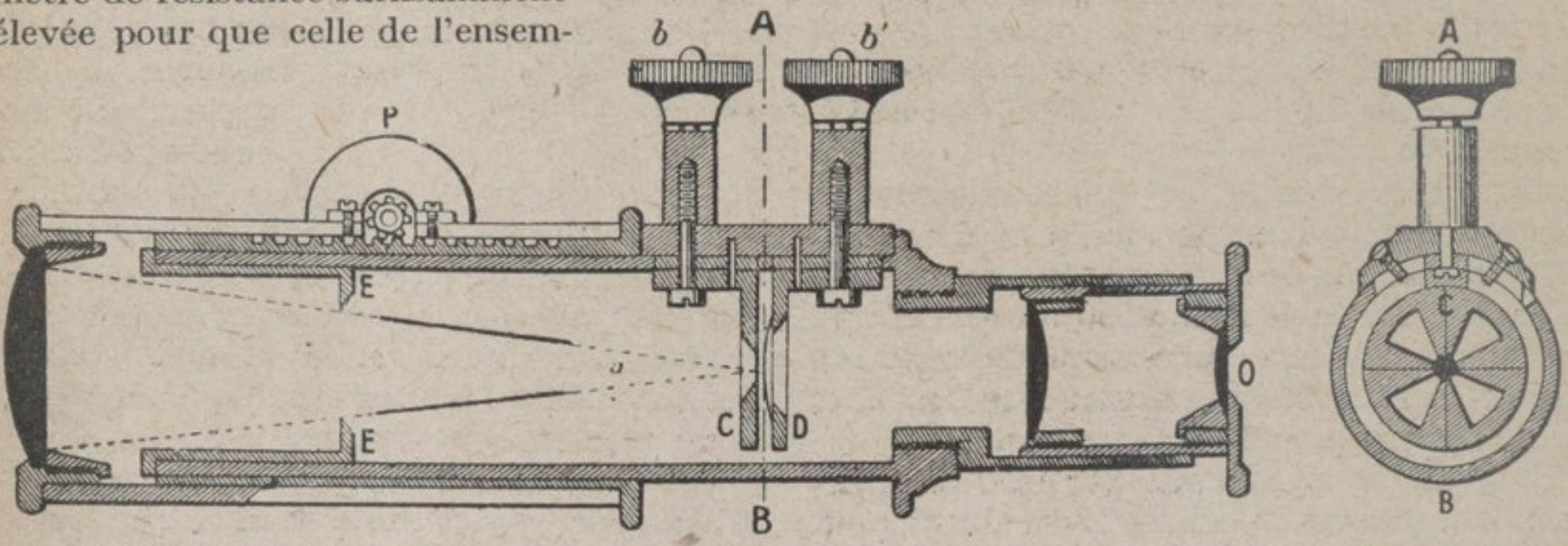
Les phénomènes thermo-électriques sont régis par un certain nombre de lois sur lesquelles sont basés les principes du fonctionnement de cette classe de pyromètres industriels.

Magnus a établi que si l'on relie un galvanomètre à un circuit formé d'un métal unique, le chauffage de ce dernier ne donne naissance à aucun courant.

La différence de potentiel qui existe entre les extrémités d'un métal homogène porté à des températures différentes ne dépend que des températures de ces extrémités.

Lorsque l'on porte à des températures T, t les soudures d'un couple formé de deux métaux, la force électromotrice ainsi créée ne dépend que de la différence $T - t$ existant effectivement entre ces températures.

Si on interpose entre deux circuits métalliques une barre formée d'un troisième métal différent des deux autres, mais porté à la même température, la force électromotrice correspondant aux deux premiers métaux est indépendante du troisième pour la température considérée. On peut donc souder



COUPE D'UNE LUNETTE PYROMÉTRIQUE AVEC OBJECTIF EN FLUORINE

Cette lunette fait partie d'un pyromètre Ch. Féry. L'objectif est en fluorine, le réticule est formé de deux lames de fer et de constantan soudées à leur point de croisement. D'autre part, ces deux lames sont fixées à leurs extrémités sur deux disques de laiton C D *sur lesquels on prend le courant électrique par les bornes* bb'. *On règle l'appareil au moyen d'un bouton moleté* P.

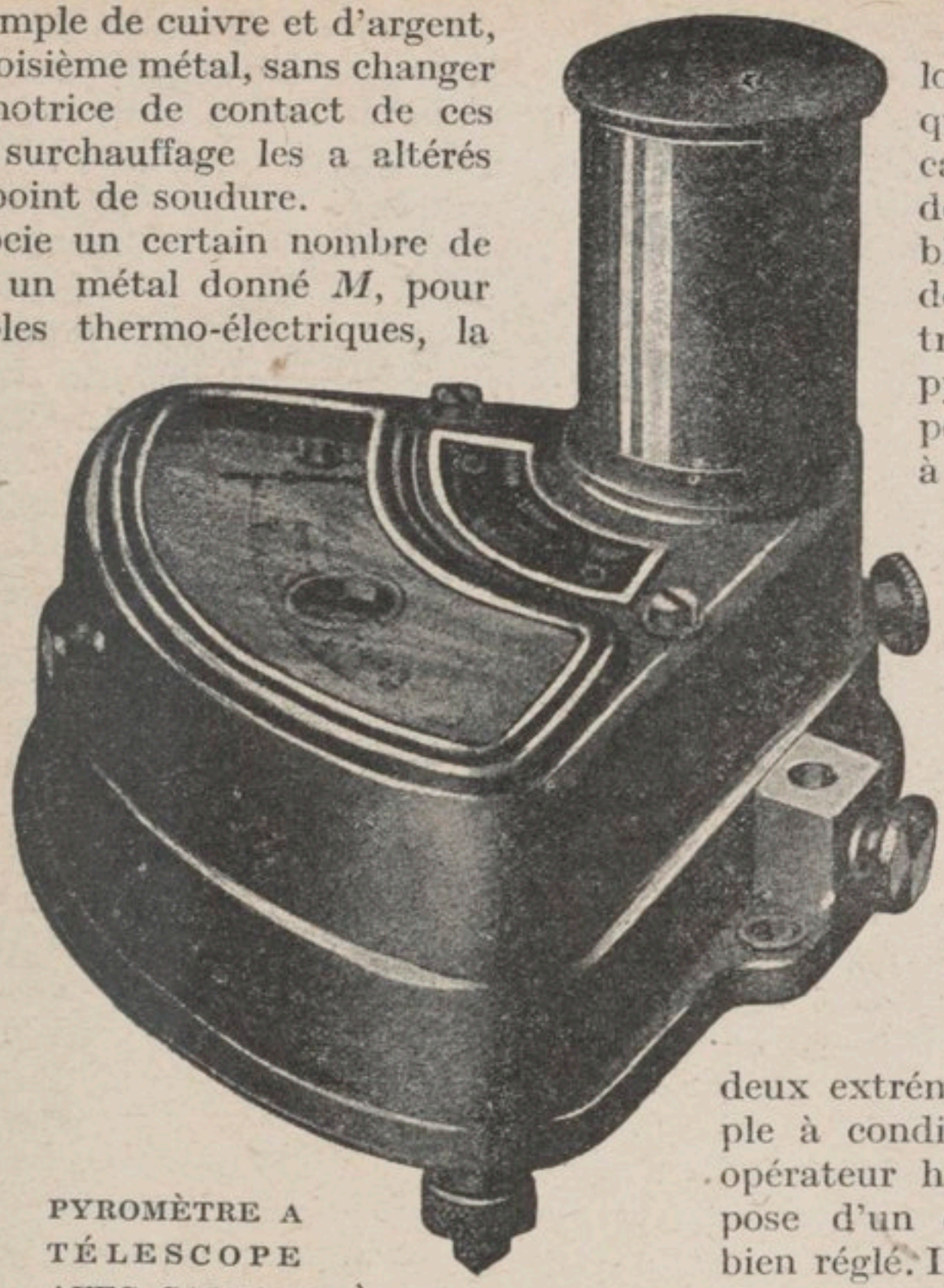
deux fils, par exemple de cuivre et d'argent, au moyen d'un troisième métal, sans changer la force électromotrice de contact de ces fils même si un surchauffage les a altérés au voisinage du point de soudure.

Quand on associe un certain nombre de métaux divers à un métal donné *M*, pour former des couples thermo-électriques, la force électromotrice de deux de ces métaux associés ensemble est égale à la différence des forces électromotrices *E'*,*E''* que chacun d'eux donnait avec le métal *M*.

Il se produit, en même temps que les phénomènes de thermo-électricité, divers dégagements de chaleur auxquels on a donné le nom d'*effets*.

L'effet Peltier a lieu quand un courant traverse une soudure.

L'effet Becquerel se produit lorsqu'un courant traverse un métal hétérogène, comme, par exemple, un fil écroui d'une manière discontinue. Enfin, on observe l'effet Thomson quand un courant circule dans un fil inégalement chauffé. Il y a alors production de chaleur ou refroidissement suivant le sens du courant, la nature du fil et aussi suivant la température atteinte.

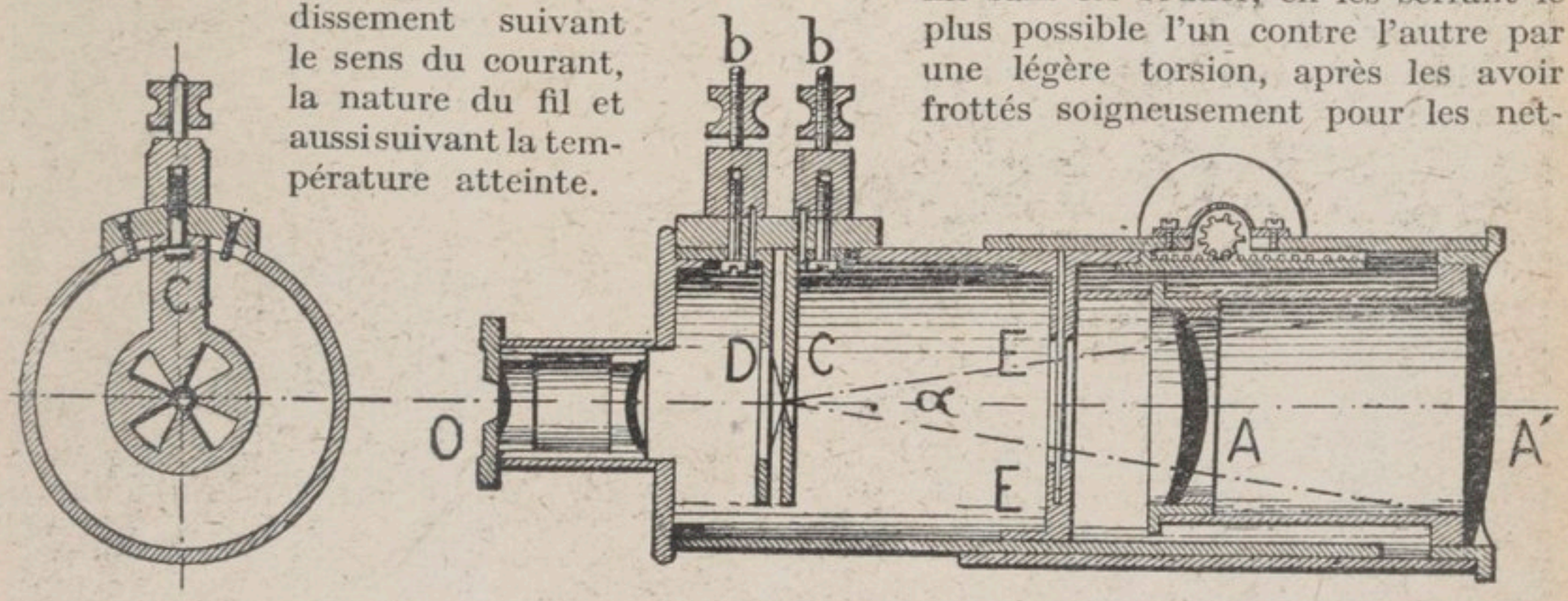


PYROMÈTRE A TÉLESCOPE AVEC GALVANOMÈTRE.

On peut déduire des lois et des indications qui précèdent les précautions qu'il convient de prendre quant à l'établissement et à l'emploi des couples thermo-électriques utilisés dans les pyromètres. Les principes les plus importants à observer sont l'homogénéité parfaite des métaux employés qui ne doivent subir aucune variation aux températures qu'il s'agit de mesurer.

On prend, en général, des fils ayant un diamètre de 5/10e de millimètre. D'après la remarque de Becquerel, citée ci-dessus, on peut souder les deux extrémités des fils d'un couple à condition que l'on soit un opérateur habile et que l'on dispose d'un chalumeau à gaz très bien réglé. Il faut éviter, en outre, d'altérer fortement les fils au voisinage de la soudure. Si l'on opère sur du platine, les gaz carburent ce métal et le rendent extrêmement friable. On doit donc faire en sorte que la flamme soit sans cesse et toujours oxydante sans y tolérer jamais aucun excès d'hydrogène.

En général, on se contente de réunir les fils sans les souder, en les serrant le plus possible l'un contre l'autre par une légère torsion, après les avoir frottés soigneusement pour les net-



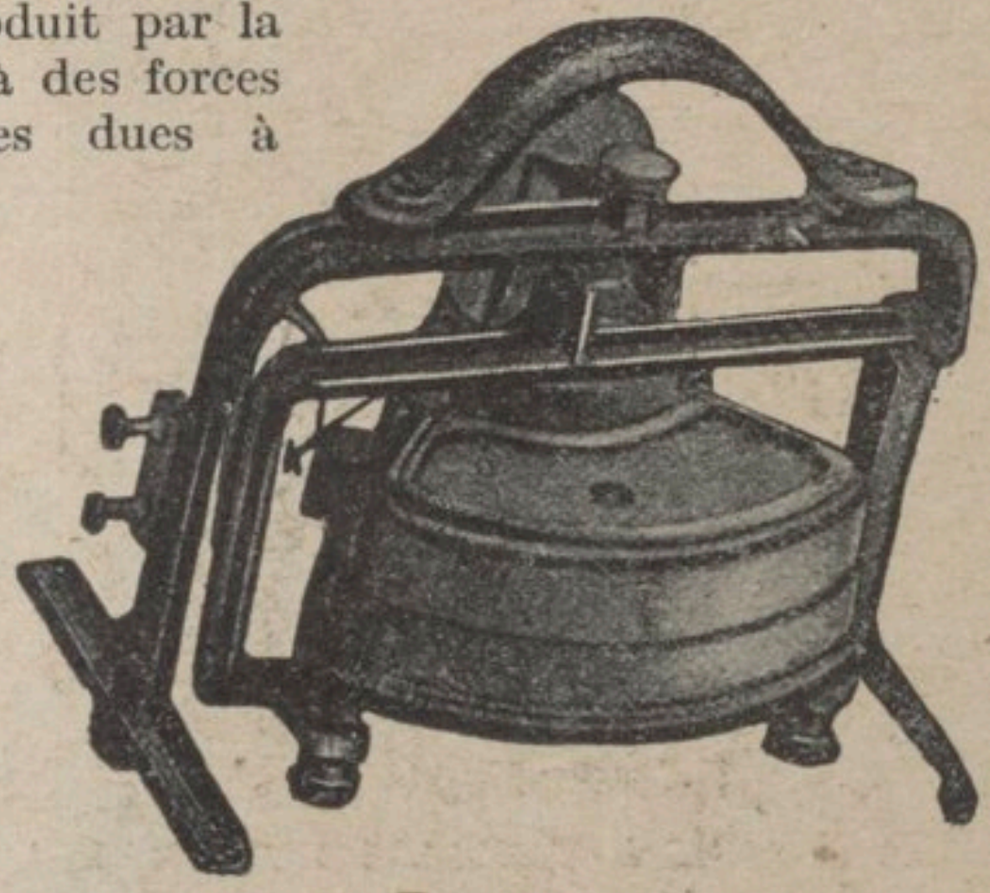
COUPE D'UNE LUNETTE PYROMÉTRIQUE INDUSTRIELLE CH. FÉRY

Le réticule de la lunette, dont l'objectif AA' *est en quartz, est formé de deux lames étroites très minces de fer et d'alliage cuivre-nickel en parties égales (constantan), soudées à leur point de croisement. Les deux lames sont fixées à leurs extrémités sur deux disques de laiton* CD *sur lesquels on prend le courant par deux bornes* bb. *L'angle* a *est maintenu constant au moyen de l'écran* EE. *On braque la lunette sur le corps dont on veut relever la température et on observe son image, formée en* CD, *au moyen de l'oculaire* O.

toyer. Si l'on tord trop fortement les fils à l'endroit de leur jonction, ou si on les tord en dehors de ce point, il faut procéder immédiatement à un recuit du métal, sinon l'écrouissage, produit par la torsion, donnerait lieu à des forces électromotrices parasites dues à l'effet Becquerel.

Les soudures du circuit doivent être en nombre pair et on reliera les extrémités libres des deux fils du couple à deux fils de cuivre qui seront fixés aux bornes du galvanomètre. Les deux contacts de ces fils avec les conducteurs du couple constituent, par l'intermédiaire du circuit du cuivre formé par les fils et par le galvanomètre, la *soudure froide* du système. Ces contacts devront être à une température fixe. Si la température ambiante subit des variations notables, on placera les contacts dans des tubes de verre remplis d'eau et plongés dans un mélange réfrigérant à température très stable.

La nature des fils réunissant le couple au galvanomètre doit être étudiée au point de vue de l'absence d'écrouissage, de manière à éviter l'effet Becquerel. L'effet Thomson est faible, et même négligeable, pour le plomb et l'aluminium, mais il se fait sentir d'une manière particulièrement intense pour le cadmium, le fer, le maillechort et le platine.

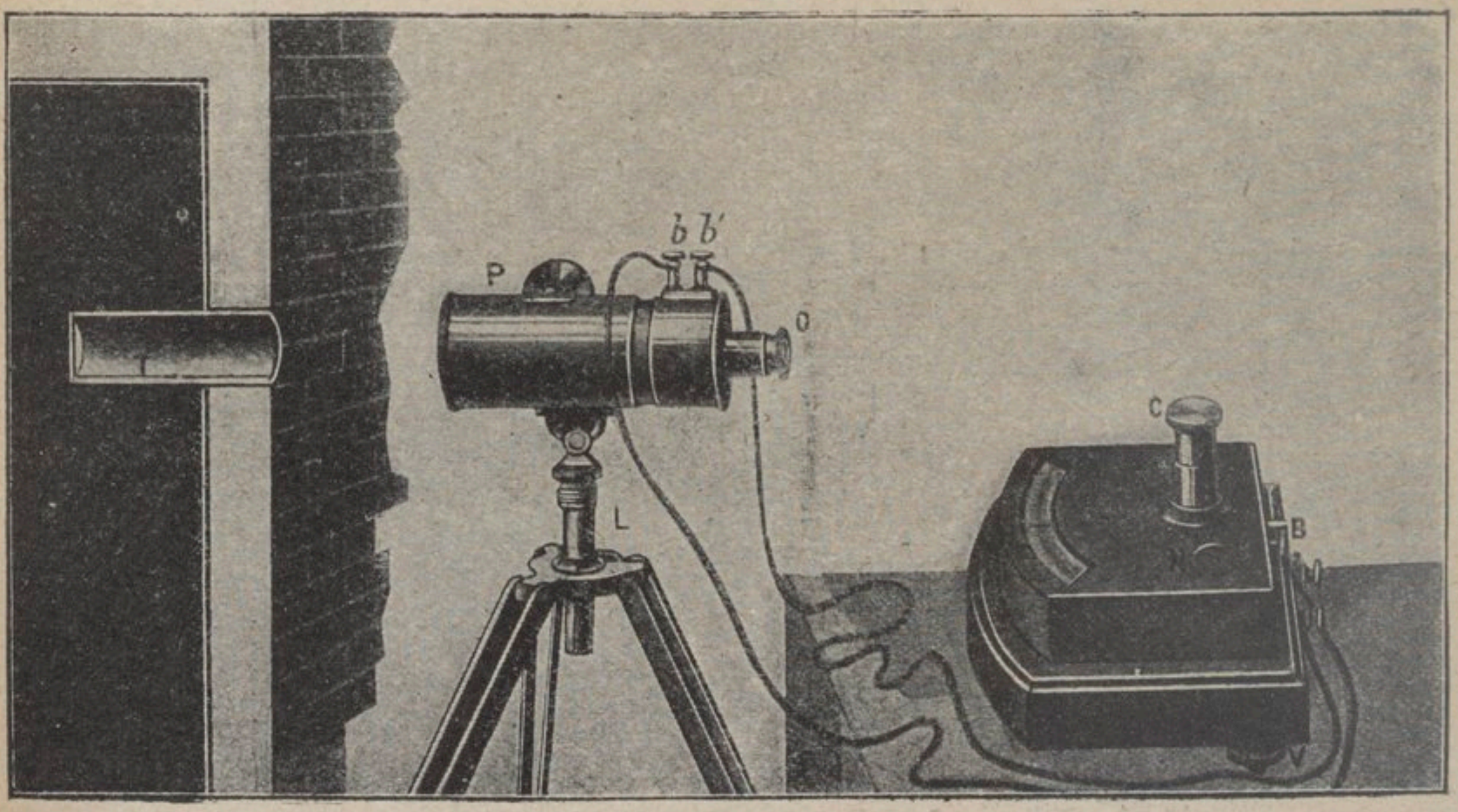


GALVANOMÈTRE SENSIBLE A SUSPENSION

Cet indicateur est relié par des cordons souples à une lunette pyrométrique Féry; il est monté sur vis calantes avec dispositif spécial de support autonivceleur.

Un couple thermo-électrique doit présenter une force électromotrice aussi élevée que possible et être constitué de métaux homogènes et inaltérables, de manière à réduire au minimum les forces électromotrices parasites. On emploie fréquemment l'alliage de nickel à 40 % de cuivre, appelé constantan, ainsi que le fer, le cuivre et l'argent.

Un couple fer-constantan suffit dans les opérations industrielles où l'on atteint des températures élevées, mais qui n'exigent pas une grande précision. Il présente plusieurs inconvénients auxquels il est bien difficile de remédier, car le fer s'altère au



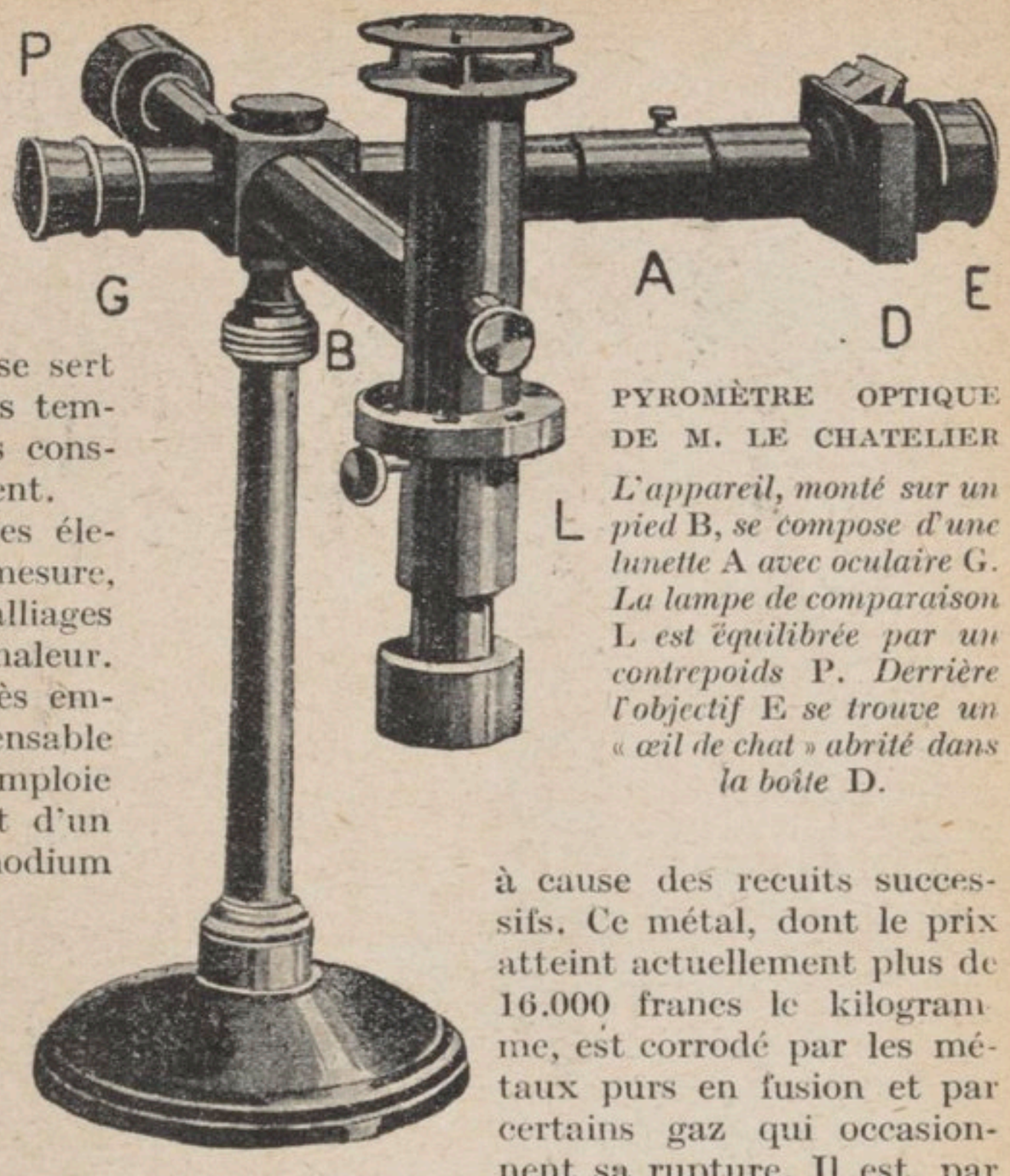
INSTALLATION D'UNE LUNETTE PYROMÉTRIQUE AVEC GALVANOMÈTRE

La lunette P *est montée sur un pied* L *devant un tube* T *pénétrant dans le four. On observe au moyen d'un oculaire* O; *le galvanomètre est relié par un fil souple aux bornes* bb' *de la lunette. Le galvanomètre est du type à lecture directe de M. H. Le Chatelier, avec aimant en acier au tungstène.*

rouge et le constantan ne résiste pas à cette température. Enfin, on ne peut guère se servir de ce couple que jusqu'à 750°. Il en est de même du nickel et de ses alliages ; ainsi, l'altération et la fusion du cuivre limitent l'emploi du couple nickel-cuivre auquel on a souvent recours. On se sert avec beaucoup de succès, pour les températures peu élevées, des alliages constantan-cuivre ou constantan-argent.

La pyrométrie des températures élevées exige, dans une assez large mesure, l'emploi du platine et de ses alliages que n'altèrent ni l'air ni la chaleur.

Dans le couple Le Chatelier, très employé à l'heure actuelle, et indispensable dans un grand nombre de cas, on emploie un couple formé de platine pur et d'un alliage de platine à 10 % de rhodium et d'iridium. L'alliage a une force électromotrice faible mais donne des indications rapides et précises ; il est suffisamment homogène pour rendre le courant parasite insignifiant. Cependant, le platine s'altère et devient fragile



PYROMÈTRE OPTIQUE DE M. LE CHATELIER

L'appareil, monté sur un pied B, *se compose d'une lunette* A *avec oculaire* G. *La lampe de comparaison* L *est équilibrée par un contrepoids* P. *Derrière l'objectif* E *se trouve un « œil de chat » abrité dans la boîte* D.

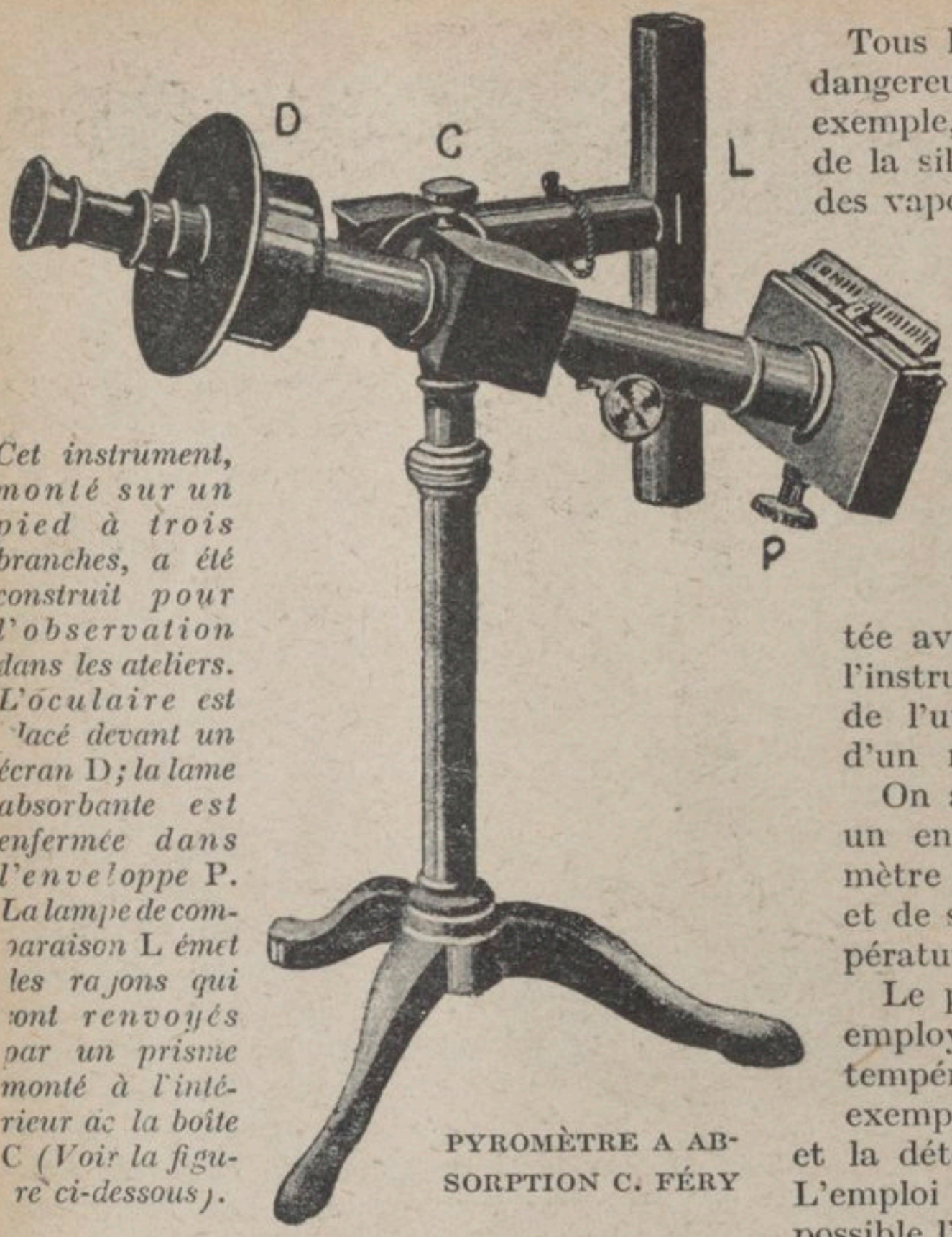
SCHÉMA D'UN PYROMÈTRE OPTIQUE DE M. LE CHATELIER

Ce pyromètre se compose essentiellement d'une lunette AA' *et d'une lampe de comparaison* L *à essence de pétrole placée latéralement et dont la flamme est projetée sur un miroir à 45° installé au foyer principal de la lunette. On ramène à l'égalité d'intensité les images de l'objet qu'on vise et de la flamme de comparaison, qui sont ainsi juxtaposées. Un « œil de chat »* D *permet de faire varier l'ouverture utile de l'objectif* O *de la lunette, et une monture* E *reçoit des verres absorbants foncés. Au foyer de l'objectif se trouve un miroir à 45° qui réfléchit l'image de la lampe* L *projetée par une lentille* O'. *Un verre rouge* V *est fixé devant l'oculaire* G *qui sert à observer les images de l'objet et de la flamme. Le diaphragme* F *arrête les rayons lumineux non utilisés de la lampe et limite la hauteur de sa flamme.*

à cause des recuits successifs. Ce métal, dont le prix atteint actuellement plus de 16.000 francs le kilogramme, est corrodé par les métaux purs en fusion et par certains gaz qui occasionnent sa rupture. Il est, par exemple, impossible de mesurer avec un tel couple la température des caisses de cémentation, car le platine, même bien protégé, se ronge au rouge. Pour traiter les aciers et autres métaux courants à l'atelier, on emploie un couple spécial *BCR*, qui donne d'excellents résultats jusqu'à 1.200°, tout en restant inaltérable à l'air, à la chaleur ou au contact des métaux purs à température modérée ; de plus, il fournit une force électromotrice qui est de beaucoup supérieure à celle des autres couples.

Dans le pyromètre Le Chatelier, les deux fils de platine chimiquement pur et de platine rhodié sont fondus à leurs extrémités de manière à former une toute petite boule. La précision de l'étalonnage atteint 5 degrés en plus ou en moins pour 1.000 degrés.

Heraeus est parvenu à obtenir le platin et le rhodium à un état de pureté tel qu'au bout de dix années de service un couple



Cet instrument, monté sur un pied à trois branches, a été construit pour l'observation dans les ateliers. L'oculaire est placé devant un écran D; *la lame absorbante est enfermée dans l'enveloppe* P. *La lampe de comparaison* L *émet les rayons qui sont renvoyés par un prisme monté à l'intérieur de la boîte* C *(Voir la figure ci-dessous).*

PYROMÈTRE A ABSORPTION C. FÉRY

ne varie pas de plus de 15 degrés pour 1.000 degrés ; le platine rhodié ne varie pas même à 1.600 degrés. On n'a trouvé, en étalonnant à nouveau des éléments ayant fonctionné plusieurs années de suite, que des différences tout à fait négligeables, même quand le fil a été rendu extrêmement cas sant par des influences extérieures.

Pour effectuer la mesure, on place les soudures du thermo-élément, et l'on relie les extrémités libres des fils à un galvanomètre sur lequel on peut lire directement la température.

On pourra réparer les fils de thermo-éléments cassés par une eigature soignée des extrémités. Il lst superflu de fondre les points de rupture dans un chalumeau à oxygène. Mais si on en possède un, on réparera facilement le fil en introduisant lentement dans la flamme les deux extrémités de la cassure, bien réunies l'une à l'autre, jusqu'à commencement de fusion, puis on retirera lentement la soudure de la flamme.

Tous les corps attaquant le platine sont dangereux pour le thermo-élément (par exemple, les gaz réducteurs en présence de la silice, du phosphore, de l'arsenic et des vapeurs métalliques). On devra, dans ce cas, protéger l'élément par une monture appropriée.

Malgré leur sensibilité, la solidité des galvanomètres est telle qu'ils peuvent être mis sans grand inconvénient entre les mains d'ouvriers peu expérimentés.

Les instruments à suspension par fil sont les plus pratiques, mais leur aiguille doit être arrêtée avant tout transport ; il faut placer l'instrument bien horizontalement avant de l'utiliser, ce qui s'obtient à l'aide d'un niveau d'eau parfaitement réglé.

On a d'ailleurs la facilité d'employer un enregistreur au lieu d'un galvanomètre à lecture directe, afin de suivre et de surveiller les variations de la température qui règne dans un four.

Le pyromètre Le Chatelier peut être employé pour toutes les mesures de températures de 400 à 1.600 degrés, par exemple pour le contrôle des réactions et la détermination des points de fusion. L'emploi du pyromètre Le Chatelier a rendu possible l'étude des phénomènes de fusion et des températures de décomposition avec une précision telle que l'on a pu en tirer les déductions les plus précises sur le mode

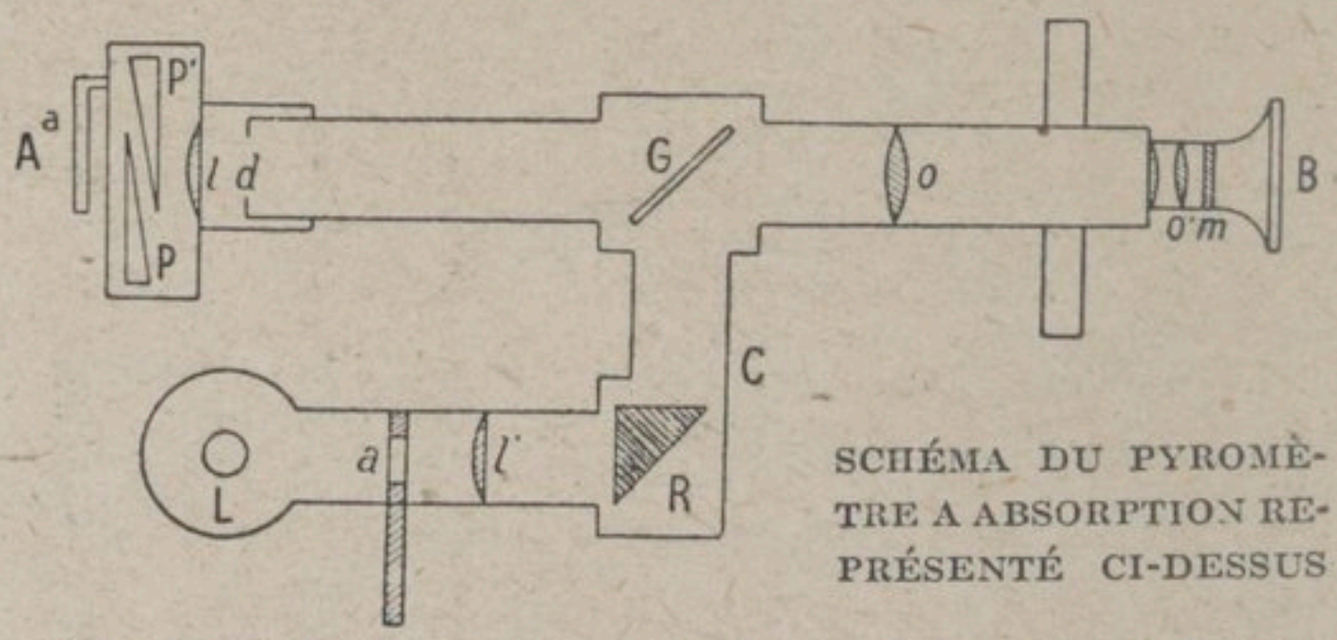
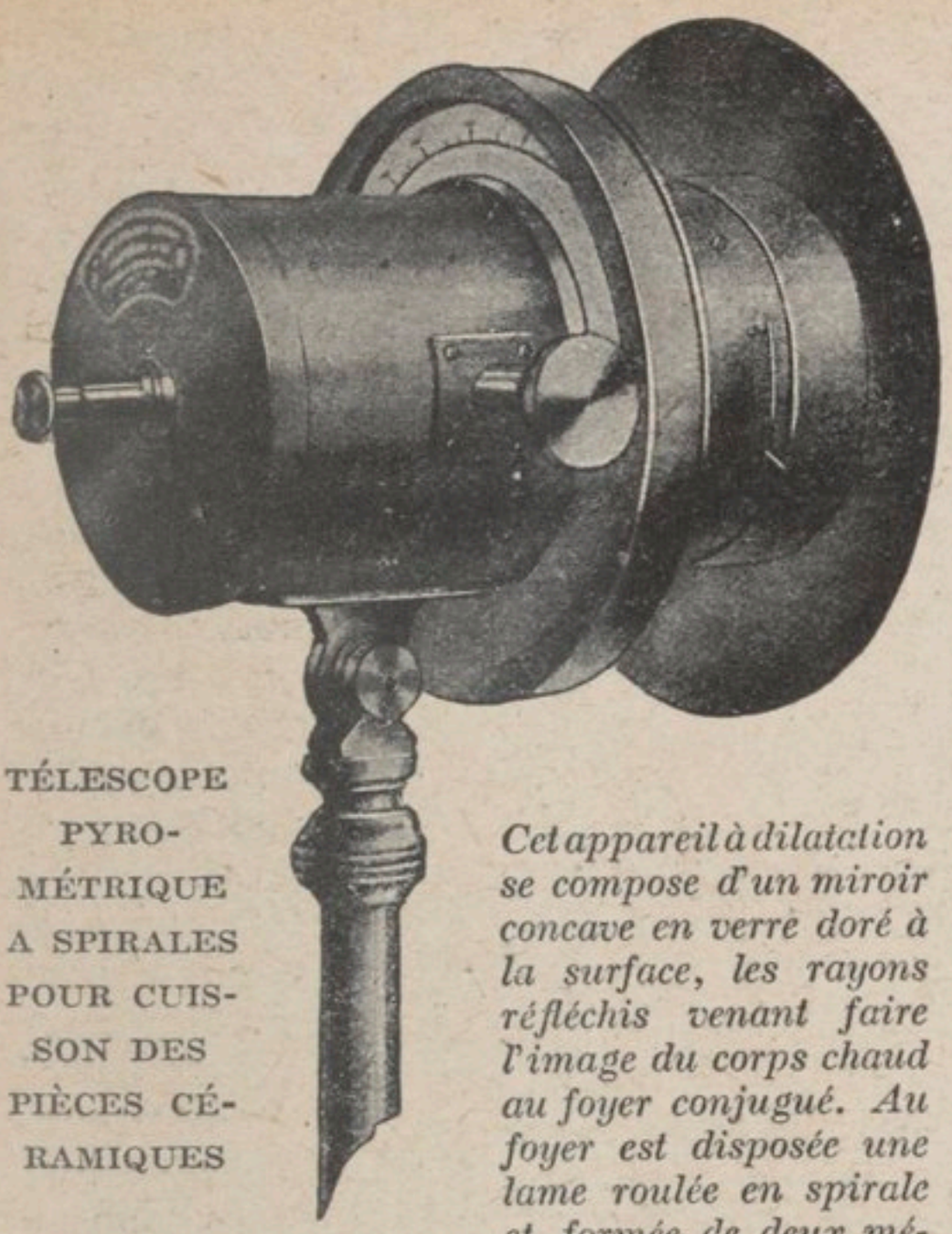


SCHÉMA DU PYROMÈTRE A ABSORPTION REPRÉSENTÉ CI-DESSUS

La lame absorbante est constituée par deux prismes de verre de même angle P, P' *pouvant glisser l'un sur l'autre. Deux lentilles* l, l' *donnent en* G *des images du corps chaud et de la flamme d'une lampe de comparaison à essence de pétrole* L *dont les rayons sont renvoyés en* G *par un prisme à réflexion totale* R. *Une glace à faces parallèles* G, *inclinée à 45° sur l'axe de l'instrument, présente, au milieu de la face qui regarde les prismes, une bande verticale argentée. La lame laisse passer le faisceau émis par le corps chaud à travers les parties latérales non argentées et réfléchit sur la bande centrale celui qui provient de la lampe. Une lentille* O *redresse les deux images ; un verre monochromatique* m *est placé devant l'oculaire* O'. *Un diaphragme* d *limite à un angle constant le cône des rayons que forme en* G *l'image du corps chaud.*



TÉLESCOPE PYROMÉTRIQUE A SPIRALES POUR CUISSON DES PIÈCES CÉRAMIQUES

Cet appareil à dilatation se compose d'un miroir concave en verre doré à la surface, les rayons réfléchis venant faire l'image du corps chaud au foyer conjugué. Au foyer est disposée une lame roulée en spirale et formée de deux métaux ayant des coefficients de dilatation très différents; la moindre élévation de température produit une déformation de la lame et le déplacement direct d'une aiguille indicatrice.

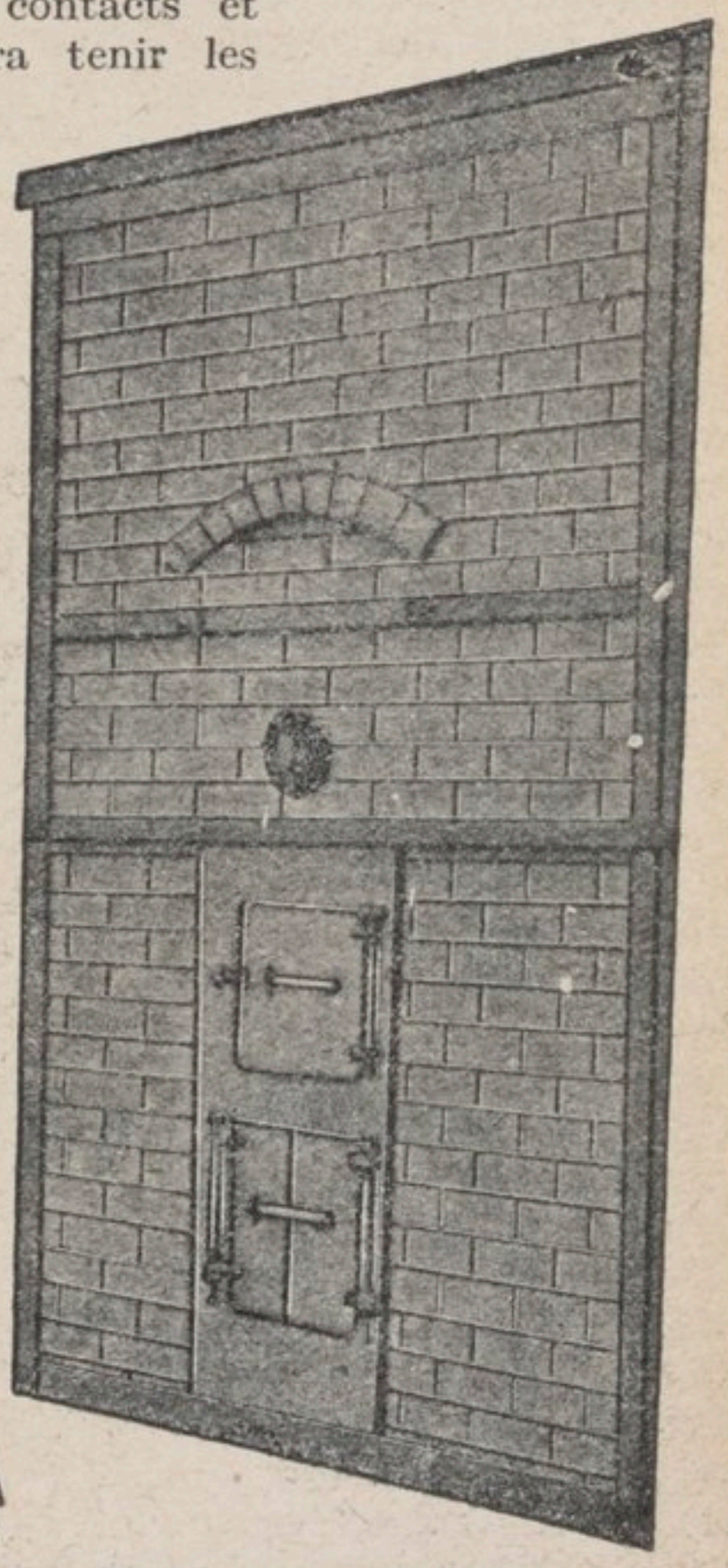
de formation des alliages. On est ainsi arrivé, dans un temps très court, à substituer, en ce qui concerne la métallurgie et la fonderie, des procédés scientifiques sûrs à l'empirisme souvent trompeur d'autrefois.

Le pyromètre est d'un emploi général pour la mesure de la température des récupérateurs des hauts fourneaux dans lesquels l'inversion de l'air insufflé doit se faire d'après l'échauffement et le refroidissement du four, pour obtenir la plus grande régularité possible dans le travail. Dans cette application, les appareils enregistreurs sont particulièrement à recommander. Ces remarques peuvent également s'appliquer à toute industrie utilisant des récupérateurs et des régénérateurs de chaleur.

La mesure précise des températures par le pyromètre a remplacé l'appréciation « à vue de nez » du degré d'incandescence. Cet instrument rend également de grands services pour la trempe et la cémentation de l'acier, qui, sans lui, seraient d'une réalisation particulièrement difficile.

Il est encore employé dans la fonderie, les fabriques de produits chimiques, dans les usines à gaz, la céramique et la verrerie. D'ailleurs, il n'est pas douteux que beaucoup d'industries, qui n'utilisent que très peu le pyromètre, gagneraient à s'en servir beaucoup plus couramment.

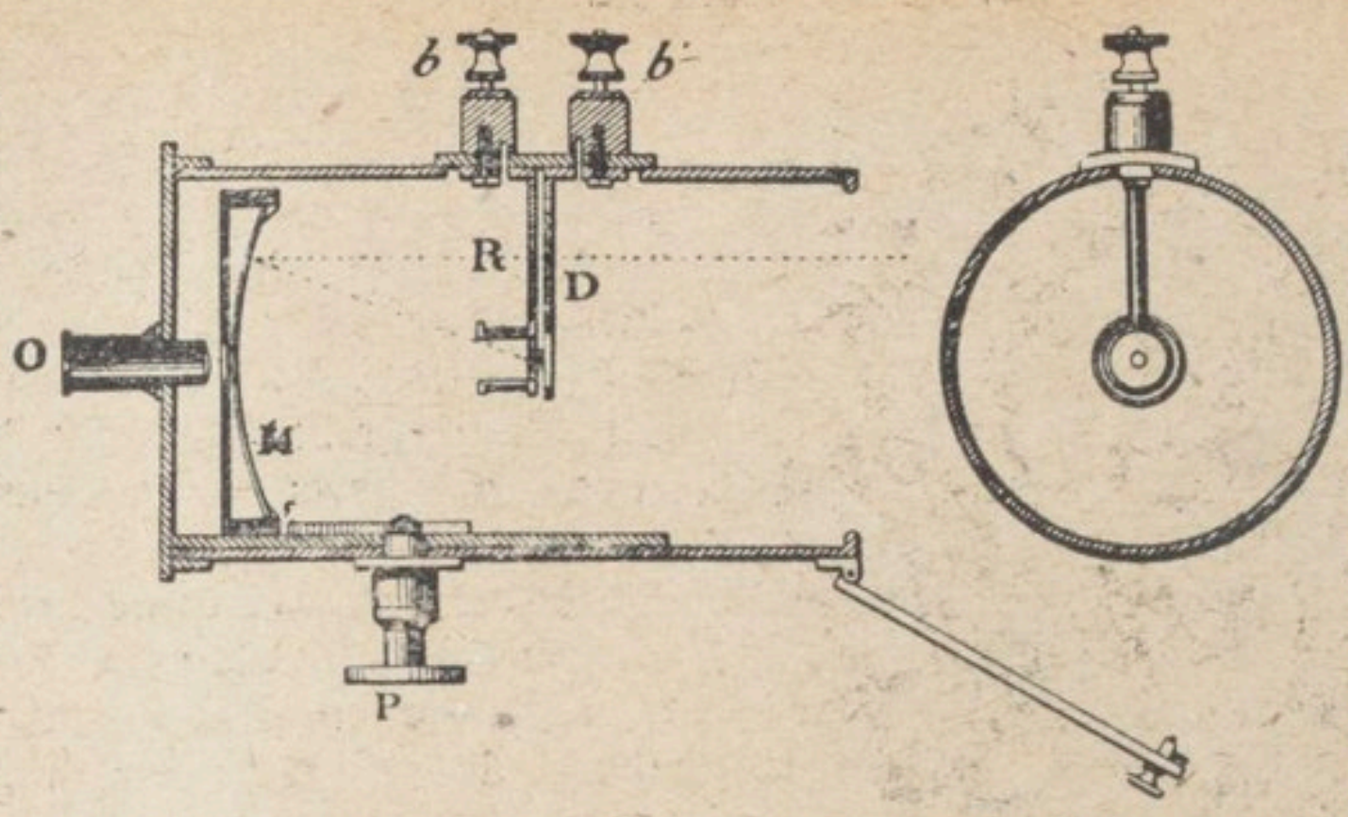
Le pyromètre Le Chatelier trouve également son emploi dans les travaux scientifiques proprement dits : dans ce cas, pour réaliser des mesures absolument exactes, il est nécessaire de prendre un certain nombre de précautions. Avant tout, il faut considérer que l'instrument indique la différence de température entre la soudure et les extrémités libres des fils. Pour les mesures exactes, il est recommandé de relier les fils au galvanomètre, non pas directement mais par l'intermédiaire de conducteurs en cuivre soudés à ces fils. Les bornes à vis doivent être évitées, comme pouvant donner lieu à des résistances par mauvais contacts et l'on devra tenir les



DÉTERMINATION DE LA TEMPÉRATURE DE CUISSON DANS UN FOUR CÉRAMIQUE AU MOYEN D'UN TÉLESCOPE PYROMÉTRIQUE, TYPE INDUSTRIEL

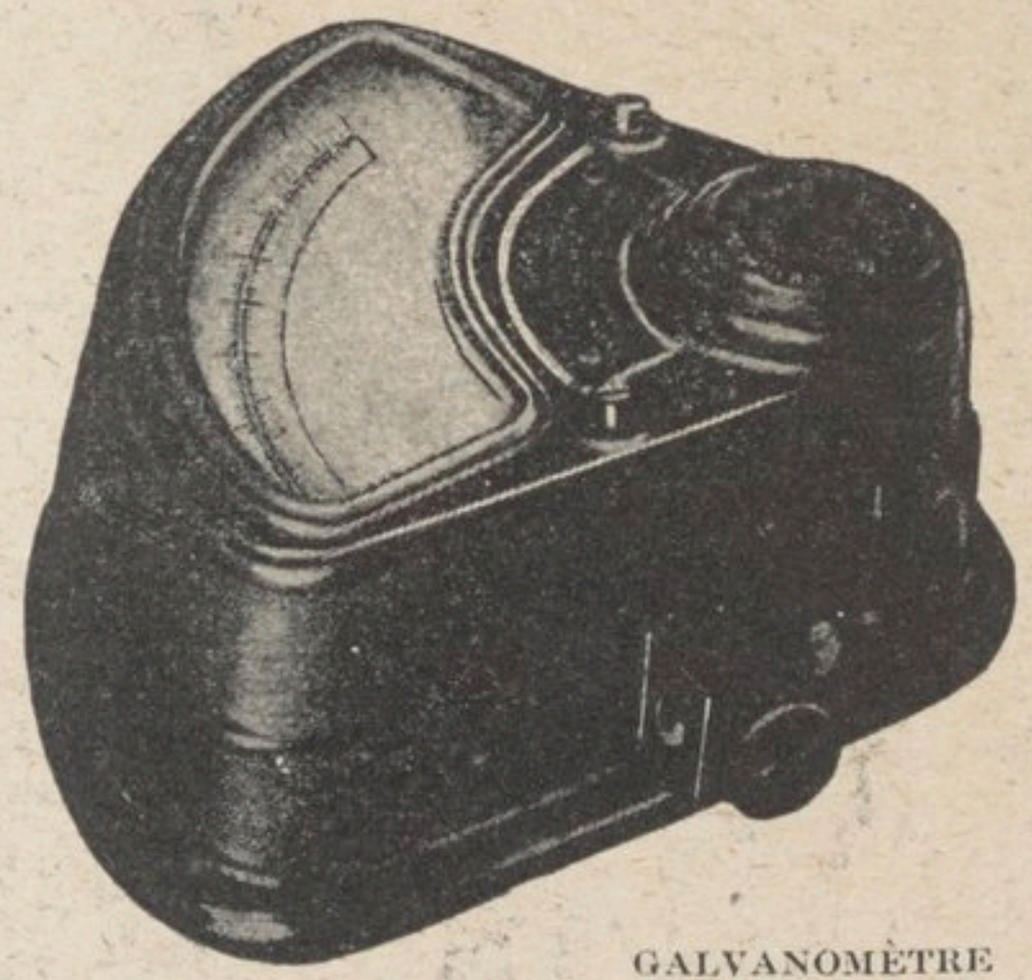
soudures à la température de zéro avec de la glace fondante. On obtient souvent des résultats suffisamment précis en mesurant la température ambiante et en introduisant un facteur de correction déduit du certificat d'étalonnage exact de l'appareil.

De plus, il faut considérer que dans la mesure de sources de chaleur de volume très réduit, au moyen des éléments à forte section de fil, la perte de chaleur peut être assez importante pour causer des erreurs appréciables. On emploiera de préférence, dans un cas semblable, des éléments à fil mince. Mais ceux-ci ont l'inconvénient, en raison de leur grande résistance, de donner des valeurs trop faibles à la lecture directe avec un galvanomètre. L'intensité du courant indiqué par le galvanomètre est égale à la force électromotrice de l'élément divisée par la résistance du galvanomètre. Lors de l'emploi d'éléments à fil mince, on obtiendra des résultats précis en appliquant une méthode de compensation dans laquelle la résistance est éliminée lors de la mesure. Dans la plupart des cas, il suffira de la déterminer pour deux températures et de faire l'interpolation pour les valeurs intermédiaires. Pour diminuer le facteur de correction, il



COUPE SCHÉMATIQUE D'UN PYROMÈTRE DU TYPE DIT INDUSTRIEL

Pour mesurer la température d'un four, on braque sur lui le télescope en visant par l'oculaire O *un regard percé dans le four dont l'image réduite est formée par les rayons réfléchis à la surface d'un miroir doré* M. *Au même endroit est disposée une soudure thermo-électrique composée d'alliages spéciaux soudés à deux lames de laiton* D *et* R *fixées aux bornes* bb' *d'où partent les cordons souples reliant les lames au galvanomètre à deux pivots. On met au point en déplaçant le miroir* M *au moyen du bouton* P. *On amène l'image du regard percé dans le four sur le disque noir qui représente la soudure du couple et il doit y avoir coïncidence exacte de ces deux images si l'appareil est parfaitement réglé.*



GALVANOMÈTRE A DEUX PIVOTS D'UN PYROMÈTRE TÉLESCOPIQUE INDUSTRIEL

Ce galvanomètre sert à la lecture des déviations produites par la chaleur d'un foyer agissant sur la soudure thermo-électrique d'un pyromètre à télescope.

Les matériaux généralement employés pour ces montures, d'une délicatesse extrême, sont : le fer, l'acier, le nickel, la porest recommandé de n'employer les fils minces qu'à l'endroit exposé aux plus fortes différences de températures et de les souder à des fils de section plus forte.

Pour isoler les fils conducteurs l'un de l'autre, et pour protéger l'élément contre l'action nuisible des gaz, on recommande l'emploi du verre de quartz, qui peut être étiré sous forme de tubes très minces, prenant rapidement la température à mesurer. Dans le cas où le verre de quartz serait attaqué, on emploiera une autre substance : porcelaine ordinaire ou porcelaine spéciale de Marquardt, par exemple.

Nous avons dit précédemment l'intérêt qu'ont les industriels à employer le pyromètre pour les travaux pratiques à effectuer dans l'industrie.

Ici, la prise de la température n'a pas besoin d'être rapide, les variations de celle-ci dans les foyers industriels étant assez lentes, en raison même des chiffres élevés atteints. Par contre, les fils constituant les thermo-éléments doivent être protégés par une monture spéciale, suffisamment résistante, appropriée au travail à effectuer et au milieu dans lequel on opère.

laine de Marquardt, la porcelaine ordinaire. le verre de quartz et également le graphite.

Le fer et l'acier donnent une excellente protection mécanique, mais, par suite de leur oxydation rapide, ils ne peuvent être utilisés que jusqu'à 900° environ, et nécessitent de fréquents remplacements.

Le nickel, un peu moins oxydable, est très sensible à l'action de l'oxyde de carbone. La température maxima pour son utilisation est d'environ 1.100°.

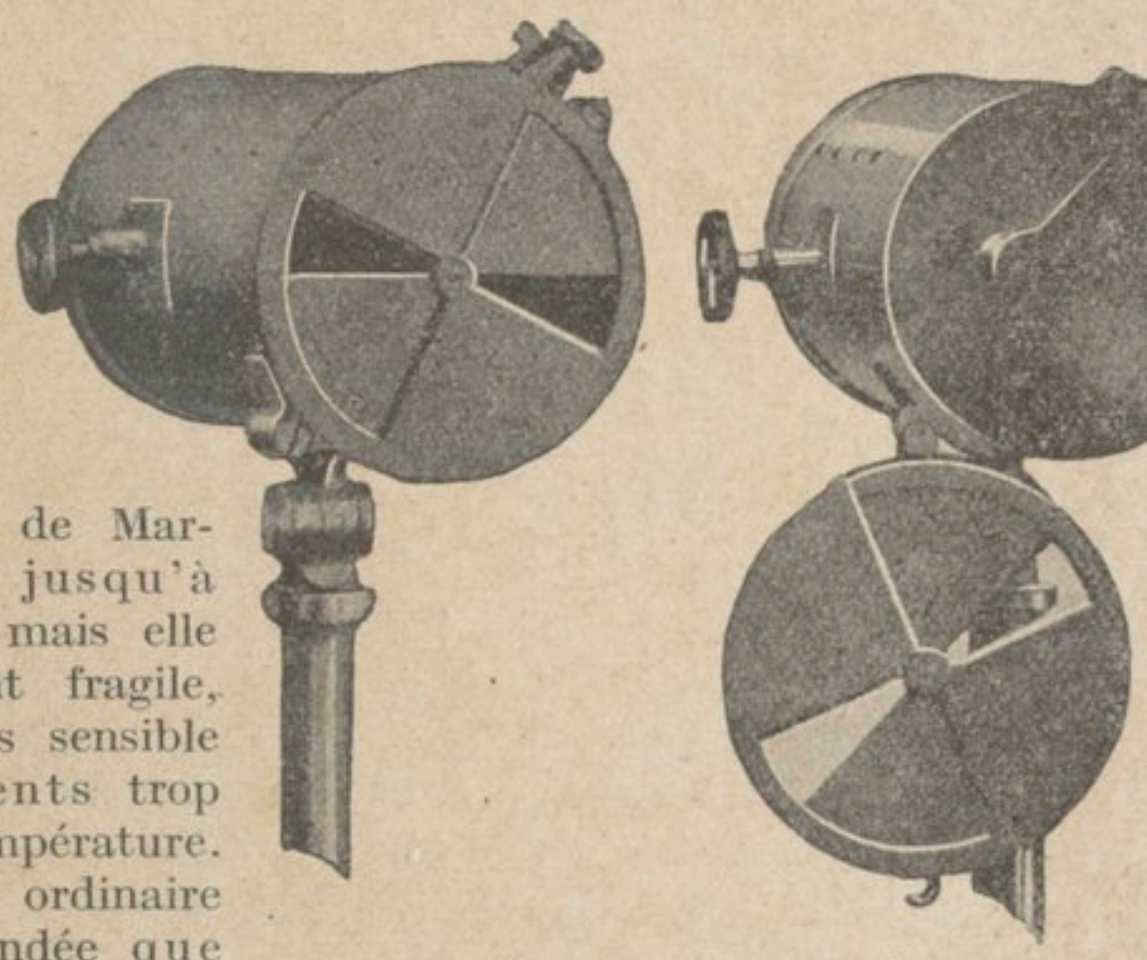
La porcelaine de Marquardt résiste jusqu'à 1.600° environ, mais elle est naturellement fragile, et, de plus, très sensible aux changements trop brusques de température.

La porcelaine ordinaire n'est recommandée que pour les basses températures, pour remplacer la porcelaine de Marquardt, laquelle est relativement coûteuse.

Le quartz résiste bien aux plus brusques changements jusqu'à environ 1.400°; après échauffement prolongé au-dessus de 1.000° il se dévitrifie et se désagrège à peu près totalement. Par suite, on ne peut le recommander que pour les mesures de peu de durée.

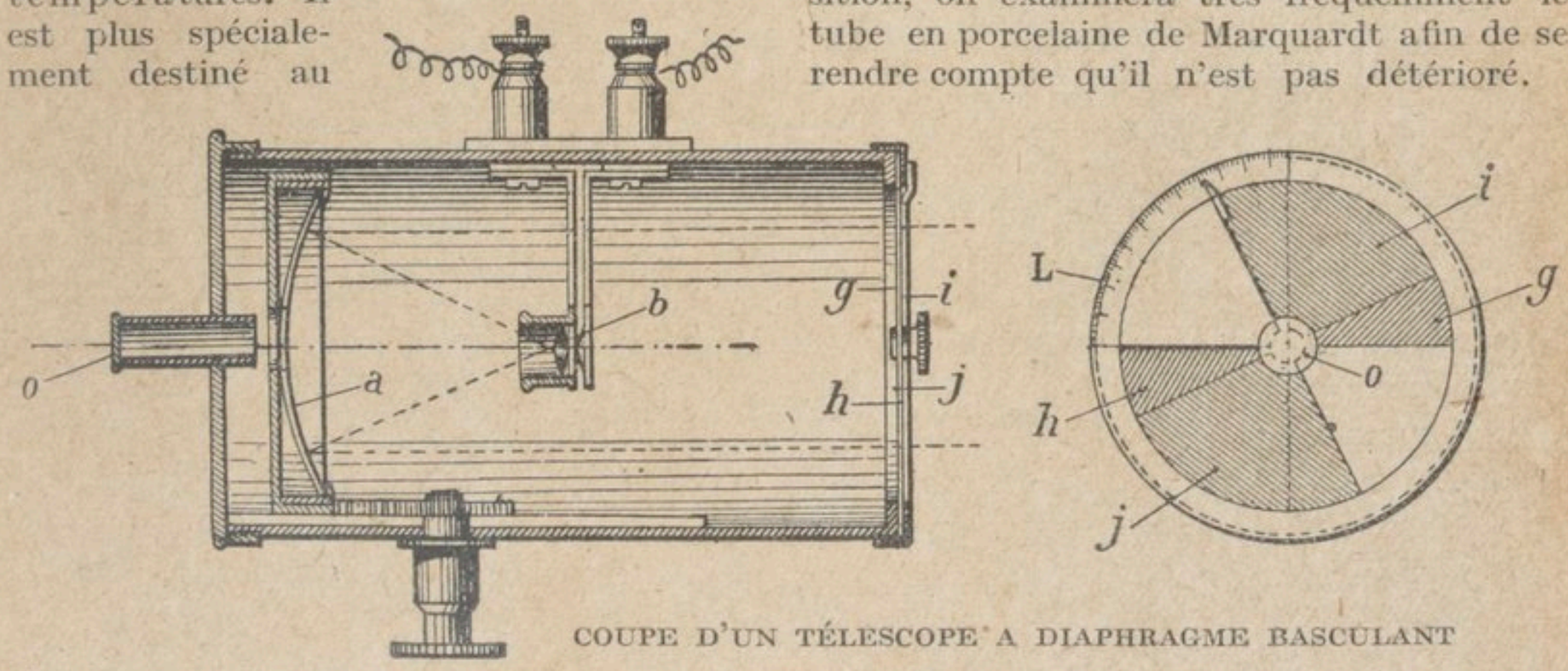
Le graphite d'Acheson, qui résiste aux changements très brusques, brûle rapidement lors d'un usage prolongé aux hautes températures. Il est plus spécialement destiné au contrôle précis des bains de métaux fondus.

La monture métallique, pratique pour les mesures de températures qui ne sont pas trop élevées, et quand il s'agit de protéger l'élément contre les chocs et les influences mécaniques extérieurs, est employée, par exemple, pour les récupérateurs des hauts fourneaux, dans la chauffe des aciers au four à moufle pour la trempe, etc... Le tube protecteur extérieur est alors en acier ou en nickel.



VUE EXTÉRIEURE D'UN TÉLESCOPE A DIAPHRAGME BASCULANT

On emploie la monture en tubes de porcelaine si l'on doit mesurer de façon continue de hautes températures. En raison de la facilité de rupture des tubes Marquardt, il faut éviter avec soin tout changement brusque. Le pyromètre doit être introduit très lentement dans le four et ne doit être en contact avec aucune flamme. Il doit être placé verticalement ou horizontalement, et soutenu en plusieurs points. Dans ce dernier cas, il est particulièrement avantageux de l'introduire dans un tube réfractaire, dans lequel on place le tube protecteur en porcelaine Marquardt, de façon à ce que celui-ci dépasse du tube en terre; dans le foyer à mesurer, d'environ 5 centimètres. Avec cette disposition, on examinera très fréquemment le tube en porcelaine de Marquardt afin de se rendre compte qu'il n'est pas détérioré.



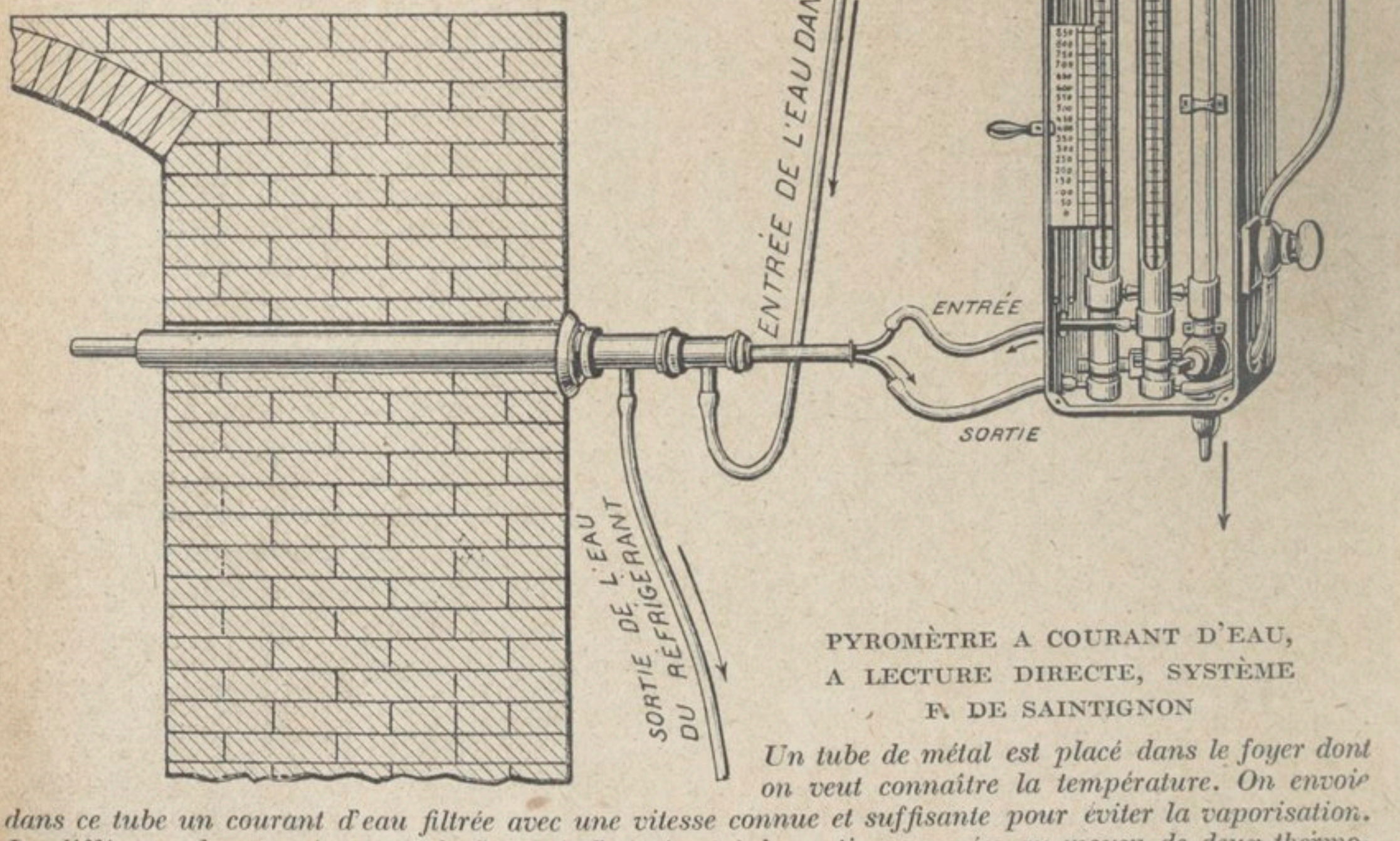
COUPE D'UN TÉLESCOPE A DIAPHRAGME BASCULANT

Ce télescope est muni d'un diaphragme à papillon L *qui permet d'obstruer radialement une partie des rayons calorifiques. On observe par l'oculaire* O *le couple thermo-électrique placé au foyer* b *du miroir* a. *Il existe un diaphragme fixe* gh *et un diaphragme mobile* ij.

La monture en double tube d'acier, coudée, est destinée à la mesure de la température des bains de sels de plomb ou de zinc fondus. Elle est employée en particulier dans les fours à tremper. Le tube protecteur extérieur en acier, qui subit l'attaque assez rapide du bain, est facile à enlever et à remplacer sans grands frais pour une autre opération.

La monture en graphite destinée aux bains de métaux fondus en supporte bien le contact, mais elle ne doit rester que 5 à 8 minutes dans le four, à cause du danger de combustion du graphite

Il y a un intérêt considérable à pouvoir mesurer la température sans amener les pyromètres dans le voisinage immédiat du corps chauffé. Ed. Becquerel a proposé, en 1866, de mesurer les hautes températures en déterminant l'intensité de la radiation rouge émise par un corps incandescent. Cette



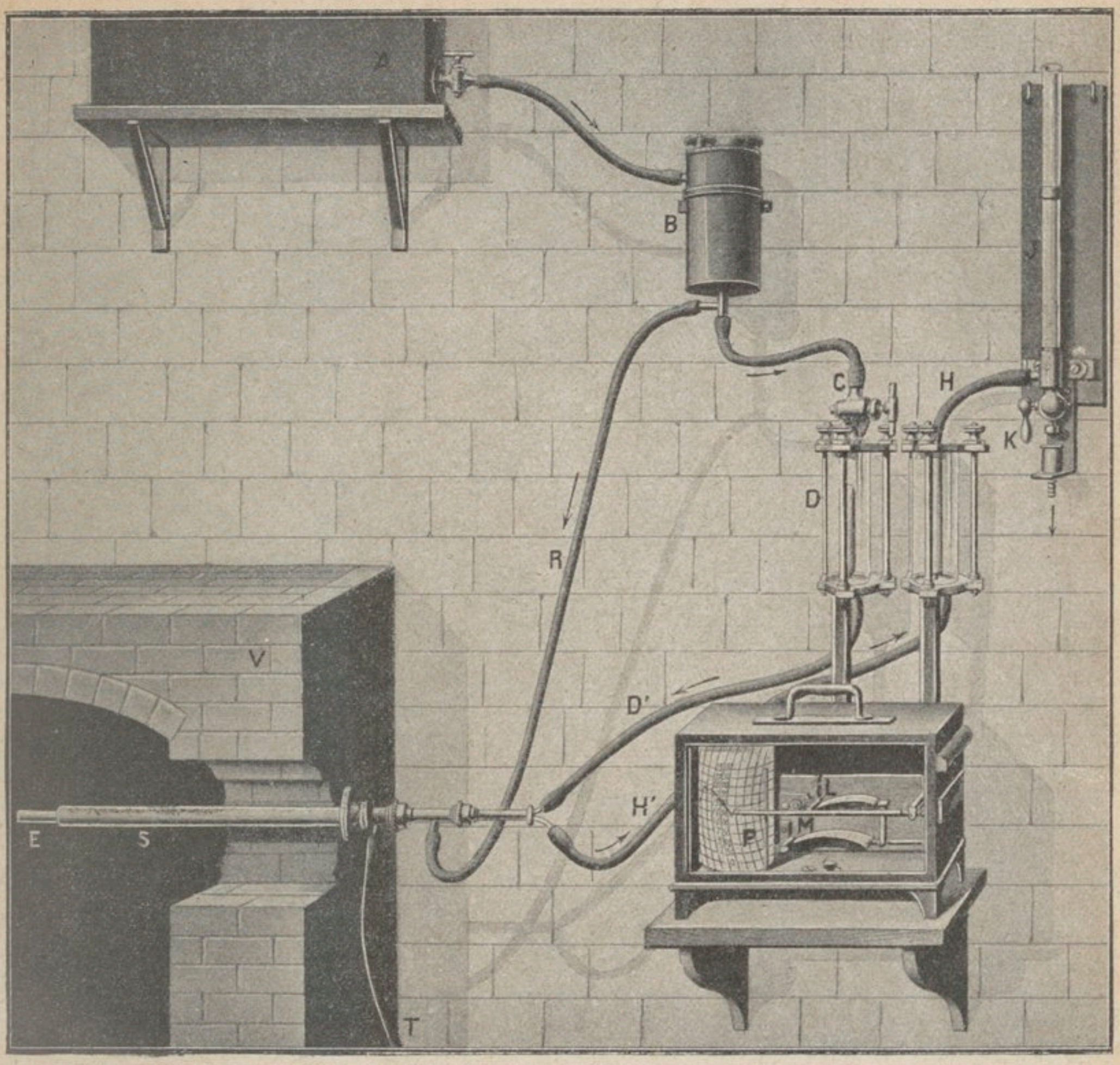
PYROMÈTRE A COURANT D'EAU, A LECTURE DIRECTE, SYSTÈME F. DE SAINTIGNON

Un tube de métal est placé dans le foyer dont on veut connaître la température. On envoie dans ce tube un courant d'eau filtrée avec une vitesse connue et suffisante pour éviter la vaporisation. La différence des températures de l'eau à l'entrée et à la sortie, mesurées au moyen de deux thermomètres, donne la température du foyer ou degré pyrométrique.

méthode donna des résultats satisfaisants, lorsque M. Le Chatelier inventa, en 1889, son remarquable pyromètre optique.

L'intensité de la lumière émise par un corps chaud varie beaucoup avec la température, et, par suite, il semblerait que la manière la plus aisée de mesurer la température serait de comparer, par un procédé photométrique, la lumière émise par le corps considéré à celle émise par un second corps chauffé à une température connue. Malheureusement, tous les corps incandescents n'émettent pas la même quantité de lumière à la même température.

Kirchoff ayant eu le premier l'idée du *corps noir*, qui serait le corps absorbant toutes les radiations sans en refléter ni en transmettre aucune, montra que les radiations émises par ce corps noir sont fonction de la température seule et qu'elles sont identiques aux radiations à l'intérieur d'une enceinte fermée dont toutes les parties seraient à la même température. Le fer, la



INSTALLATION D'UN PYROMÈTRE F. DE SAINTIGNON, A LA RAFFINERIE SAY

L'appareil se compose d'un double tube dit « explorateur » E S, *placé dans le foyer* V *et de deux thermomètres* D *donnant la température du courant d'eau provenant du réservoir* A *et du filtre* B. *L'eau descend par les tuyaux* R *et* D, *après avoir traversé le thermomètre* CD, *puis elle remonte par le tuyau* H' *vers le thermomètre* H *et le manomètre* J *muni d'un robinet d'isolement* K. — *L'appareil est complété par un enregistreur différentiel composé de deux thermomètres métalliques* LM *à dilatation de liquide dont les deux indications se retranchent continuellement l'une de l'autre. Un style unique, muni d'une plume, inscrit la différence des températures sur un cylindre* P.

porcelaine, etc., n'émettent pas la même quantité de lumière quand ils sont chauffés à la même température. Cependant, s'ils sont chauffés à l'intérieur d'un corps noir (et le fourneau ordinaire réalise pratiquement les conditions du corps noir), ils émettent les mêmes radiations, et si l'on regarde à travers une petite ouverture dans l'intérieur du fourneau, ils apparaissent exactement de même luminosité.

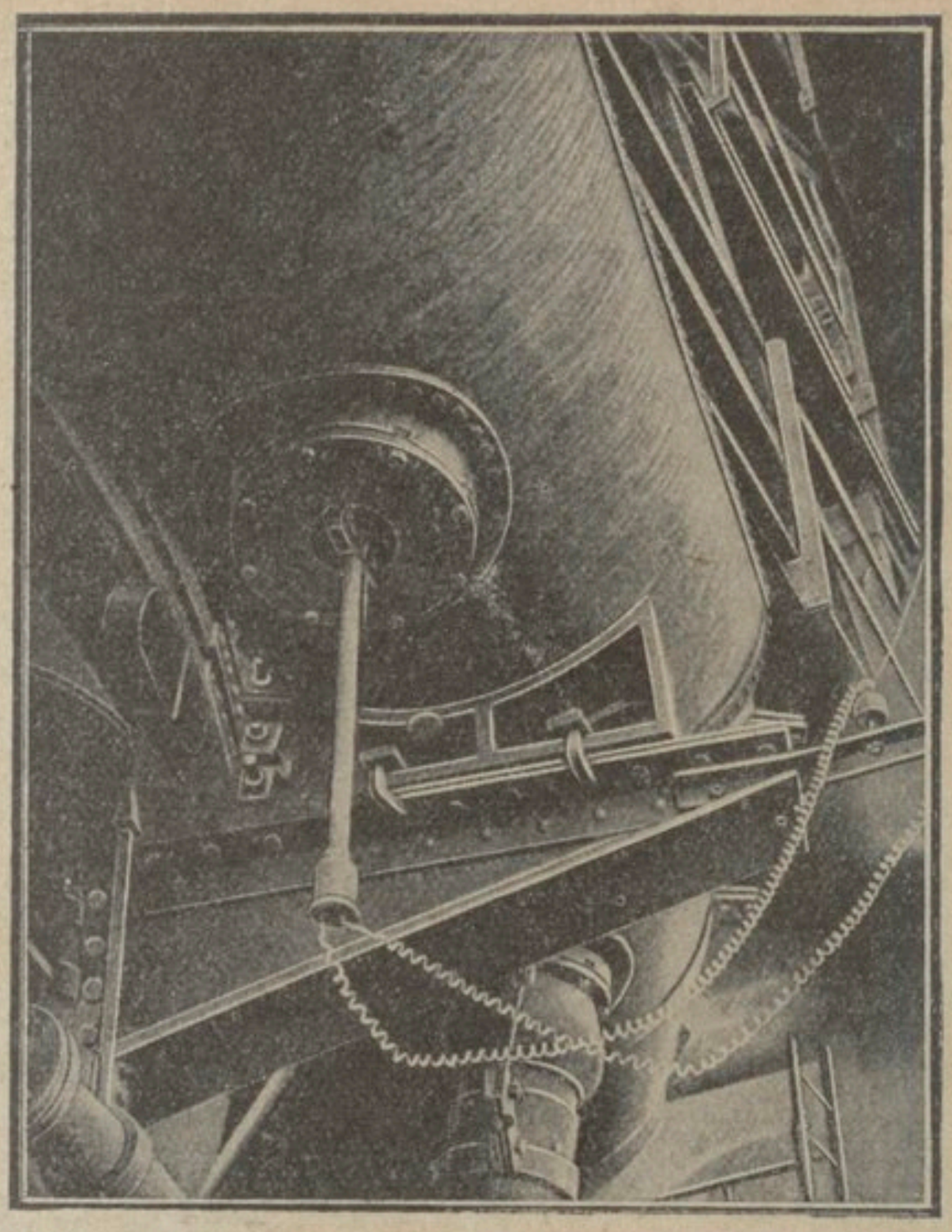
Il devient ainsi possible, avec un fourneau réalisant les conditions du corps noir, d'étudier l'énergie rayonnée et d'en déduire aisément des températures connues sous le nom de « températures du corps noir ».

La température apparente de n'importe quelle matière, dans les conditions du corps noir, est reliée très intimement à sa température réelle par une relation bien déterminée.

Il est donc très important, en matière de pyrométrie, de connaître la relation entre les radiations émises et les températures.

Stefan fut le premier à établir que l'énergie rayonnée était proportionnelle à la quatrième puissance de la température absolue. Boltzmann trouva la même loi en partant de la

thermo-dynamique et en supposant l'existence de la pression lumineuse; cette loi, connue sous le nom de « loi de radiation de Stefan-Boltzmann », peut être exprimée de la façon suivante : l'énergie totale rayonnée par le corps noir est proportionnelle à la quatrième puissance de la température absolue. Le premier pyromètre de ce genre ayant donné des résultats satisfaisants fut celui de Le Chatelier. L'instrument est une sorte de photomètre dans lequel on s'arrange pour rendre la radiation lumineuse provenant d'un corps incandescent égale à celle provenant d'une lampe étalon. Cet instrument, modifié, est encore un des pyromètres Industriels les plus utiles, parce qu'il permet de mesurer la température des petits corps chauds aussi bien que celle des corps de plus grandes dimensions.

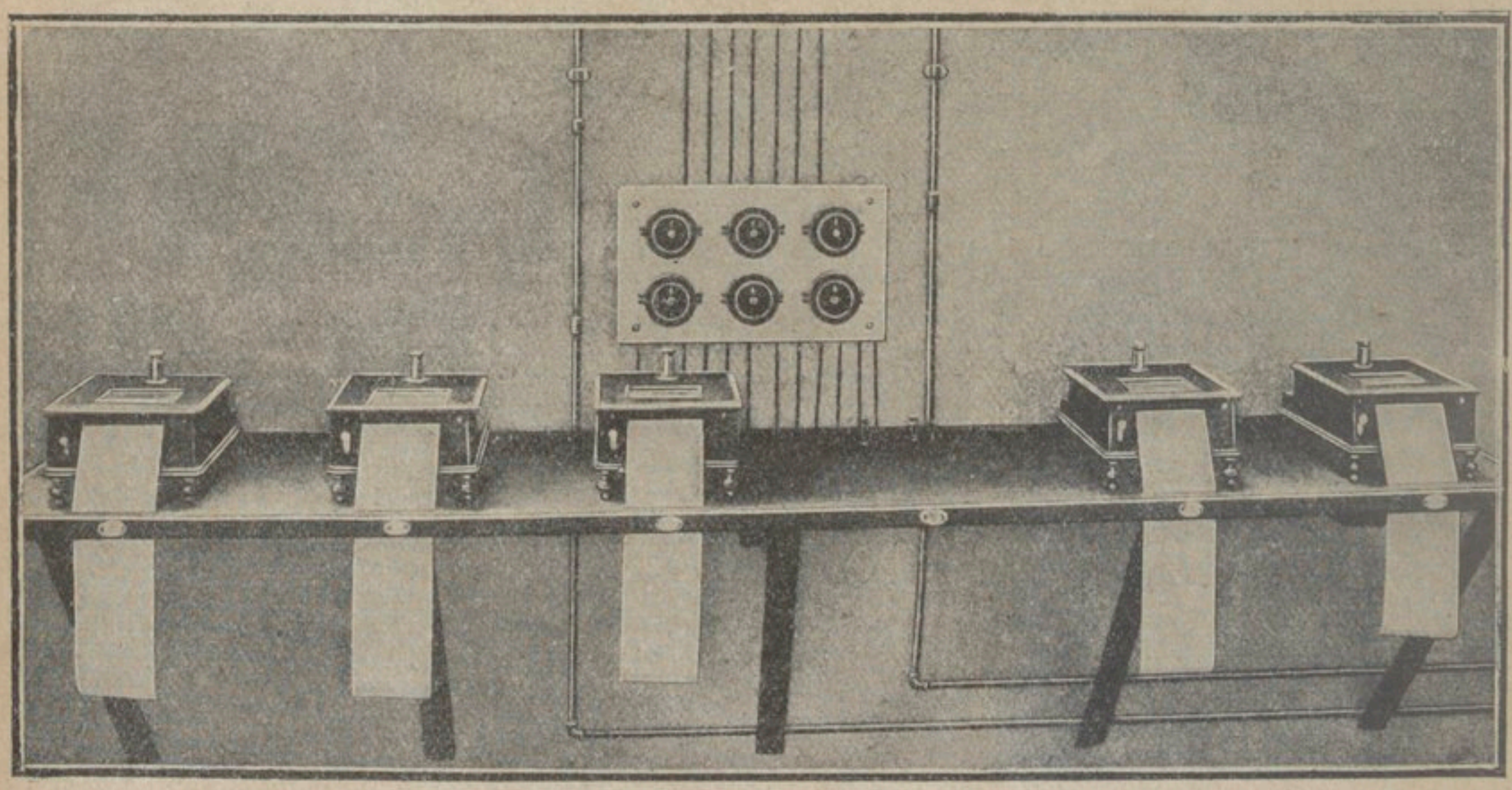


CONDUITE DE SOUFFLERIE D'UN HAUT FOURNEAU AVEC THERMO-ÉLÉMENT DANS SON TUBE PROTECTEUR

Ce pyromètre est muni d'une lunette qui porte sur le côté une petite lampe électrique de comparaison. L'image de la flamme de cette lampe se projette sur un miroir, placé à 45°, au foyer principal de la lunette, ce miroir étant argenté seulement sur une étroite bande verticale.

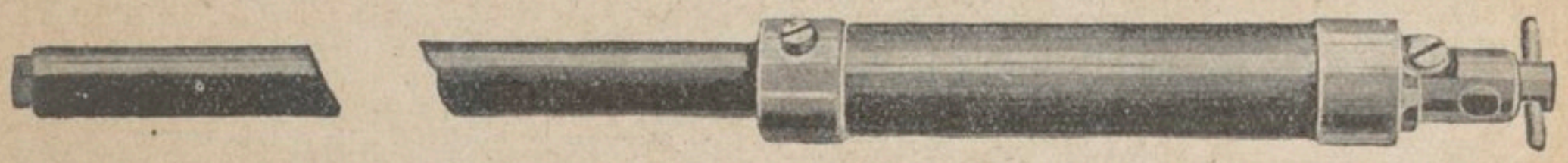
La lunette est dirigée sur l'objet dont on veut mesurer la température : cet objet étant vu d'un côté ou de l'autre de la bande argentée. On se place dans des conditions de monochromatisme, grâce à l'emploi d'un verre coloré.

Deux petits prismes à absorption sont placés devant l'objectif de la lunette et ces prismes peuvent être déplacés latéralement au moyen d'une vis jusqu'à ce que la lumière provenant de



DISPOSITION DES APPAREILS ENREGISTREURS DES TEMPÉRATURES DE L'AIR CHAUD D'UNE BATTERIE DE CINQ HAUTS FOURNEAUX

l'objet observé soit photométricalement égale à celle émise par la lame étalon. Une table accompagnant chaque instrument convertit les lectures ainsi obtenues en degrés centigrades. Un verre fumé permet de travailler avec cet instrument à des températures très élevées. On a renoncé à l'éclairage au pétrole ; la lunette est dirigée ici sur le filament d'une lampe électrique.



CANNE THERMO-ÉLECTRIQUE FONCTIONNANT PAR CONTACT

Cet appareil se compose d'une tige de fer creuse à l'intérieur de laquelle passe un fil de constantan isolé du tube et relié à une borne également isolée : une seconde borne correspondant au tube. Un manche isolant permet de manier aisément cette canne. — Les deux bornes sont reliées par un câble souple aux bornes d'un galvanomètre gradué en températures et en millivolts que l'on installe horizontalement pour faire les lectures. On peut mesurer ainsi des températures de + 800° C.

Le pyroscope Shore ne diffère que par des dispositions de détails du pyromètre Le Chatelier. L'intensité de la lumière reçue du corps chaud est modifiée au moyen d'un diaphragme et la température est lue directement sur une échelle commandée par le diaphragme lui-même.

Le pyromètre Wanner, autre forme heureuse du pyromètre photométrique, est très employé en Europe. La source lumineuse de comparaison est une petite lampe à incandescence éclairant un verre dépoli ; on obtient de la lumière rouge monochromatique au moyen d'un spectroscope à vision directe et d'un écran découpant une étroite bande dans le rouge ; la comparaison photométrique se fait en amenant à une égale intensité les deux moitiés d'un champ photométrique au moyen d'un dispositif particulier de polarisation.

Le pyromètre Holborn-Kurlbaum est un instrument photométrique d'un caractère différent. Si on envoie un courant d'une intensité suffisante dans une lampe électrique, le filament devient d'abord rouge, puis orange, jaune et blanc, la chaleur augmentant avec l'intensité du courant. Si l'on interpose ce filament entre l'œil et un corps incandescent, on peut régler le courant de manière à amener le filament à avoir la même couleur et la même luminosité que le corps ; à ce moment, le filament devient invisible sur le fond brillant du corps incandescent, et le courant peut servir à mesurer la température. Un étalonnage du courant pour chaque lampe employée permet de connaître la température du corps chaud. L'expérience a montré que l'influence personnelle de l'observateur ne faisait pas varier les résultats de façon très appréciable, et qu'aux basses températures, les lectures étaient les mêmes, que l'on interpose ou non un verre dans l'objectif.

POIGNÉE THERMO-ÉLECTRIQUE FONCTIONNANT PAR CONTACT

Cette poignée renferme un couple thermo-électrique dont les extrémités sont formées d'une tige pointue en constantan entourée d'un tube d'acier dont elle est isolée. Pour prendre la température de collecteurs de dynamos, de tubes de vapeur, etc., on appuie fortement la pointe de la poignée sur ces pièces métalliques nettoyées. On relie la poignée, au moyen d'un câble à deux conducteurs, à un galvanomètre gradué en degrés centigrades et dont la déviation mesure l'échauffement de la paroi considérée.

Les pyromètres à radiations diffèrent des précédents en ce qu'ils utilisent toutes les radiations émises par le corps chaud et non pas les seules radiations lumineuses. Le premier de ce genre, inventé par Féry, est monté sur un trépied ; les radiations du corps chaud sont concentrées par un miroir concave su un couple thermo-électrique relié directement à un galvanomètre, des indications duquel on déduit la température.

Dans une autre forme plus récente de cet instrument, on a remplacé le couple thermo-électrique par une spirale de deux métaux (acier au nickel et laiton), placée au foyer du miroir. La spirale, qui se déroule est

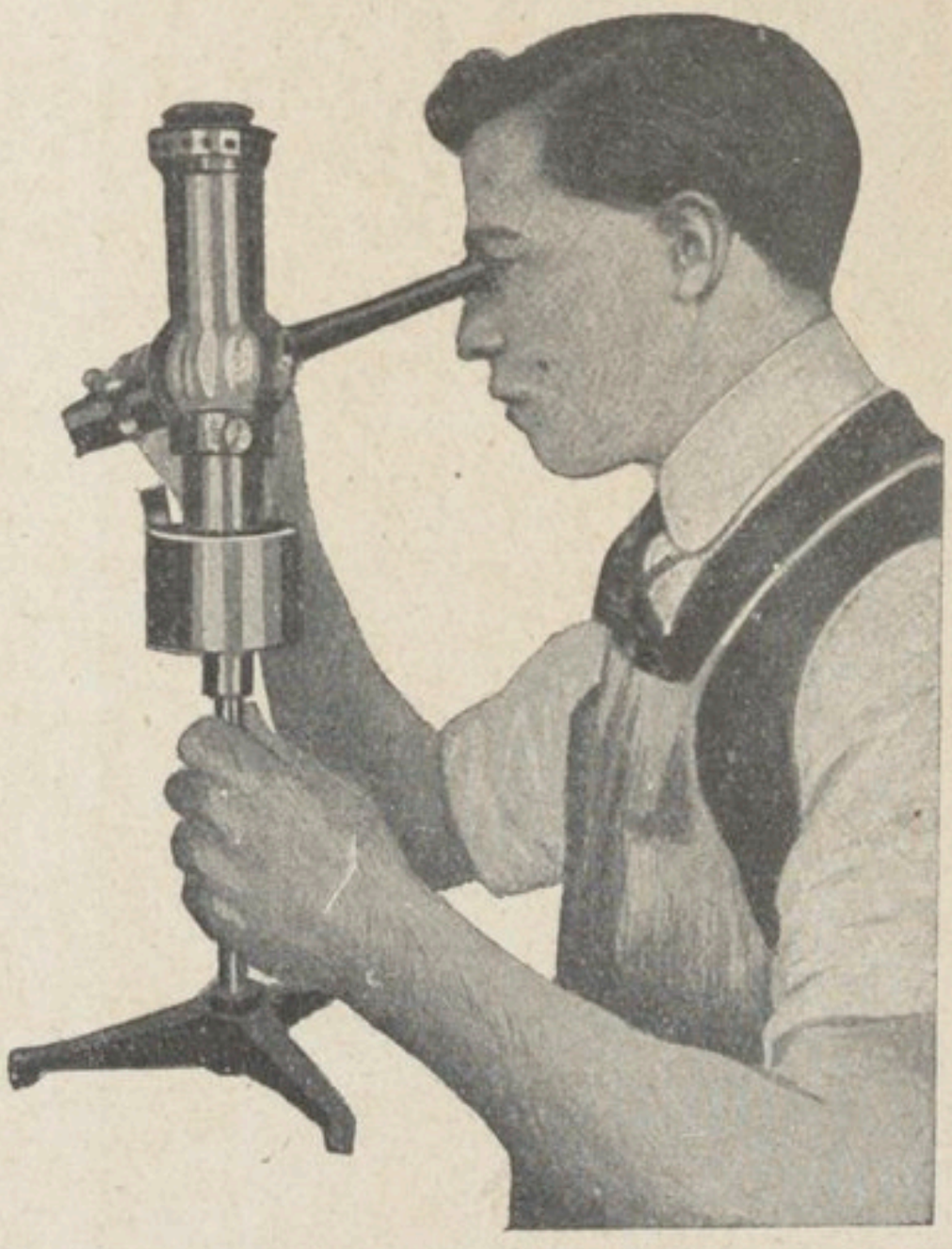
munie d'une pointe en aluminium se déplaçant devant un cadran gradué en degrés de température.

M. Robert-S. Whipple, en collaboration avec le professeur Féry, a modifié le pyromètre à radiation : le miroir est disposé de manière à regarder l'intérieur d'un long tube fermé, de façon à rendre les lectures indépendantes du fourneau ou du matériel dans lequel le tube est placé. Ce pyromètre est particulièrement commode pour déterminer la température d'un métal fondu dans un creuset, en plongeant directement le tube dans le métal en fusion.

Les instruments utilisant toutes les radiations ont l'avantage de donner des résultats qui ne dépendent pas de l'appréciation des couleurs par un observateur, et aussi d'indiquer la température au moyen d'une aiguille se déplaçant sur un cadran. Avec le pyromètre de Féry, on peut reconnaître la température d'un endroit déterminé du corps chaud à étudier. Ces appareils peuvent également être munis d'un dispositif enregistreur spécial.

La connaissance de la température est importante dans les installations de chauffage par l'air chaud. Si le prix de premier établissement ne constitue pas un obstacle insurmontable, le mieux est d'installer un thermomètre à résistance avec un enregistreur Callendar. On peut aussi employer les couples thermo-électriques, mais, si on veut autant de précision qu'avec les thermomètres à résistance, il faudra employer la « Scale Control Board » et prendre toutes les précautions dont nous avons parlé au sujet des soudures froides.

PYROMÈTRE MURAL AVEC ENREGISTREUR A CARTE CIRCULAIRE



LUNETTE PYROMÉTRIQUE A MAIN ET A VISION DIRECTE POUR ATELIER

Malheureusement, bien que la température à laquelle un métal est fondu ait une grande importance, il n'y a vraiment aucun moyen donnant absolument toute satisfaction pour déterminer la température d'un métal en fusion. Lorsqu'on emploie des creusets de grandes dimensions, il n'est guère possible de plonger un pyromètre directement dans le métal, et les résultats obtenus avec les pyromètres optiques ou à radiations ne sont pas très sûrs, à cause des variations dans la quantité et la composition des scories et par suite de la plus ou moins bonne réalisation des conditions du corps noir.

En pratique, dans les industries de la briqueterie et dans la faïencerie, on contrôle la température des fours avec des cônes de Seger fusibles à des températures connues. Bien que les indications données par ces cônes soient très certaines pour indiquer la température maxima atteinte, ils n'indiquent pas le degré auquel un four est chauffé, ce qui est souvent d'un intérêt primordial. On emploiera avec fruit les couples thermo-électriques pour les températures basses au commencement des opérations, et les pyromètres à radiations pour les températures élevées de la fin.

RAYMOND GOLFIN.

LES FORCES ÉLECTRIQUES DU CŒUR AU SERVICE DE LA MÉDECINE

Par W. H.

C'est vers la fin du XVIII[e] siècle que l'Italien Galvani, de Bologne, tenta sa fameuse expérience avec le non moins fameux courant électrique qui fit tressaillir les cuisses d'une grenouille écorchée.

Ce jour-là naquirent, non seulement la technique de l'électricité moderne, mais aussi l'électromédecine qui, grâce à son développement toujours grandissant, a eu déjà tant de succès éclatants. Il faut avouer quand même que ces progrès ont été longtemps très peu connus du public. La découverte de Galvani avait comme premier résultat d'encourager Volta dans ses recherches, qui aboutirent, plus tard, à sa fameuse « pile de Volta », que nous pouvons considérer comme la source du premier courant électrique. Une querelle s'engagea alors sur la question des forces inconnues qui avaient pu provoquer les mouvements des cuisses de la grenouille. Galvani a pu, à cette époque, poser la base de nos connaissances actuelles sur la production de l'électricité par des organismes vivants.

Nous savons aujourd'hui qu'à toute énergie manifestée par la vie s'attache une production de courants électriques. Quel que soit l'emploi que nous fassions de nos instruments : mesurer la sève secrétée par une glande ou le travail des cellules chez les plantes, partout nous retrouvons le courant électrique, qui déploie une puissance étonnante, sans cesse renouvelée.

Pendant longtemps, les faits n'avaient qu'une valeur théorique. Il y a quelques années, la médecine s'en empara pour obtenir la base d'une nouvelle méthode, nécessaire à l'examen des maladies cardiaques. Soutenue par la technique, cette méthode a été portée à un degré de très grande perfection, et elle s'améliorera encore.

On a nommé cette méthode l'électrocardiographie : (*cardio* (grec), cœur ; *graphein* (grec), écrire, et c'est elle que nous voulons expliquer aujourd'hui à nos lecteurs.

En résumé, l'électrocardiographie est une méthode qui enregistre, avec l'aide d'un courant électrique, les mouvements du cœur, produits par le muscle cardiaque en pulsations, lorsqu'il se contracte. Cette contraction ne se produit pas à la fois dans toute la masse musculaire, mais partiellement et à des temps différents. La base du cœur se contracte la première, quelques instants après se produit la contraction de la pointe avec les ventricules. Puis nous constatons un arrêt qui est pourtant plus court que le premier ; après quoi, la partie centrale du cœur se contracte encore une fois toute seule. Un instant de repos du cœur, et la cadence recommence. A une partie du cœur contractée est toujours opposée la partie non contractée. Mais, puisque chaque contraction musculaire produit une tension électrique qui manque aux muscles en repos, nous constatons dans un cœur battant une différence de tension entre les parties contractées et celles en repos. Cet état doit, logiquement, produire un courant électrique aussitôt que la partie contractée se lie d'une façon quelconque à celle en repos.

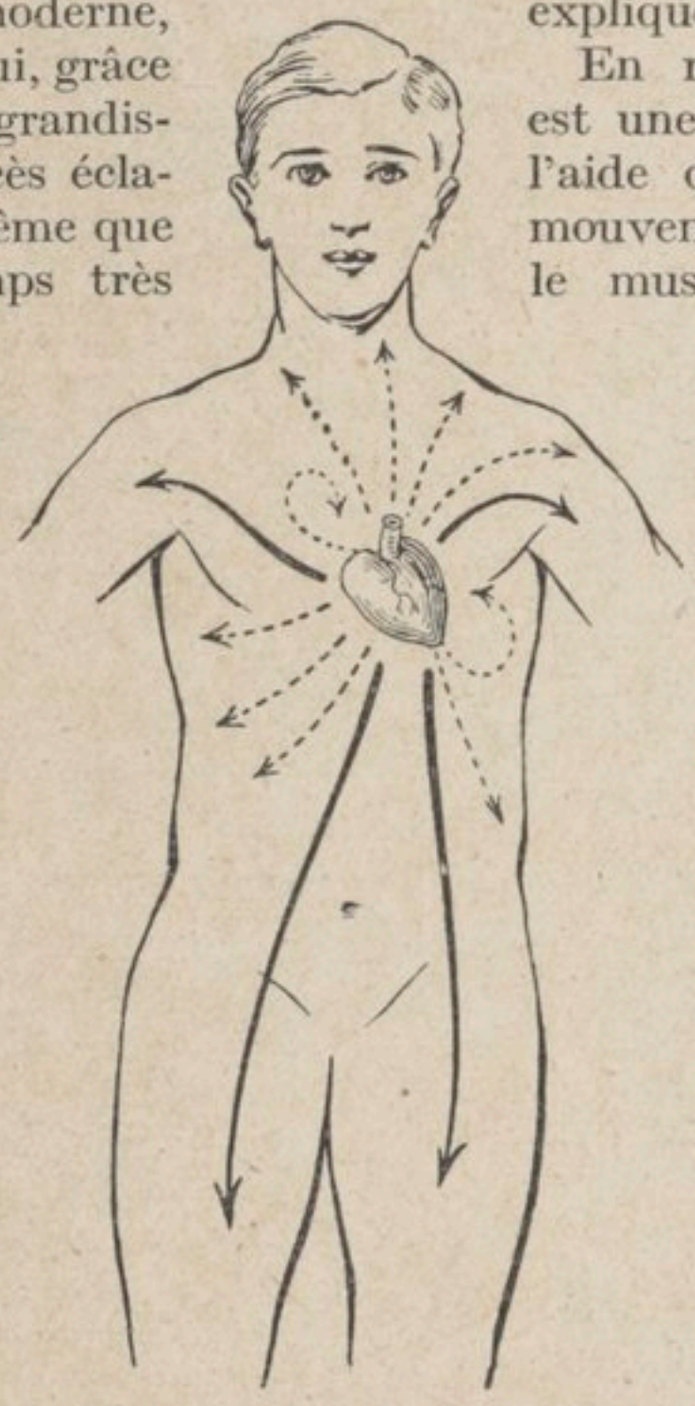


FIG. 1. — SCHÉMA DE LA SITUATION DU CŒUR DANS LE CORPS DE L'HOMME ET LES POSSIBILITÉS DE CONDUITE DES COURANTS DU CŒUR VERS LES DIFFÉRENTES PARTIES DU CORPS

La figure 1 nous montre que le cœur se trouve à gauche de la ligne centrale du corps, et, comme son axe en longueur est placé obliquement par rapport à la longueur du

corps, les courants du cœur se répandent inégalement dans les parties du corps, de préférence vers les bras et les pieds. Considérez les bras et les pieds comme des fils conducteurs attachés aux deux parties du cœur et vous serez en état de réaliser les courants électriques du cœur en intercalant vos instruments entre les extrémités de la partie gauche et de la partie droite du corps du sujet.

Nous avons essayé d'indiquer les lignes générales des faits physiologiques qui sont les bases de l'électrocardiographie. Maintenant, il s'agit d'examiner le côté technique, c'est-à-dire les appareils particuliers qui réalisent l'inscription des courants électriques du cœur, ainsi que leur conduite.

La technique chercha à établir des instruments très variés pour le mesurage bioélectrique. Le plus perfectionné est incontestablement un galvanomètre dit à corde, que construisit le Hollandais Einthoven.

La figure 2 nous donne ses principes. Le galvanomètre à corde de Einthoven est composé d'un fil très fin en argent ou en platine, tendu entre les pôles d'un système d'aimant très puissant. Lorsque ce fil d'argent est traversé par un courant électrique, le système d'aimant influe sur son état de tension, de sorte que le fil se courbe, et cela d'autant plus que le courant qui le traverse est plus puissant. Si on éclaire le fil d'un côté et qu'en même temps on place en face un microscope qui projettera une image agrandie sur une plaque en verre mat, on verra apparaître sur cette dernière les ombres des mouvements du fil d'argent. Nous sommes donc en état d'observer ces mouvements, même de les photographier. En effet, ces ombres correspondent exactement aux vacillations du fil d'argent produites par le courant qui le traverse. Il est évident que si nous laissons parcourir l'appareil par les courants du cœur, il marquera ces courants, ainsi que leurs vacillations. Il donnera une image fidèle des mouvements du cœur, autrement dit un électrocardiogramme. Ainsi, on a pu obtenir avec ce galvanomètre de Einthoven tous les meilleurs résultats existants.

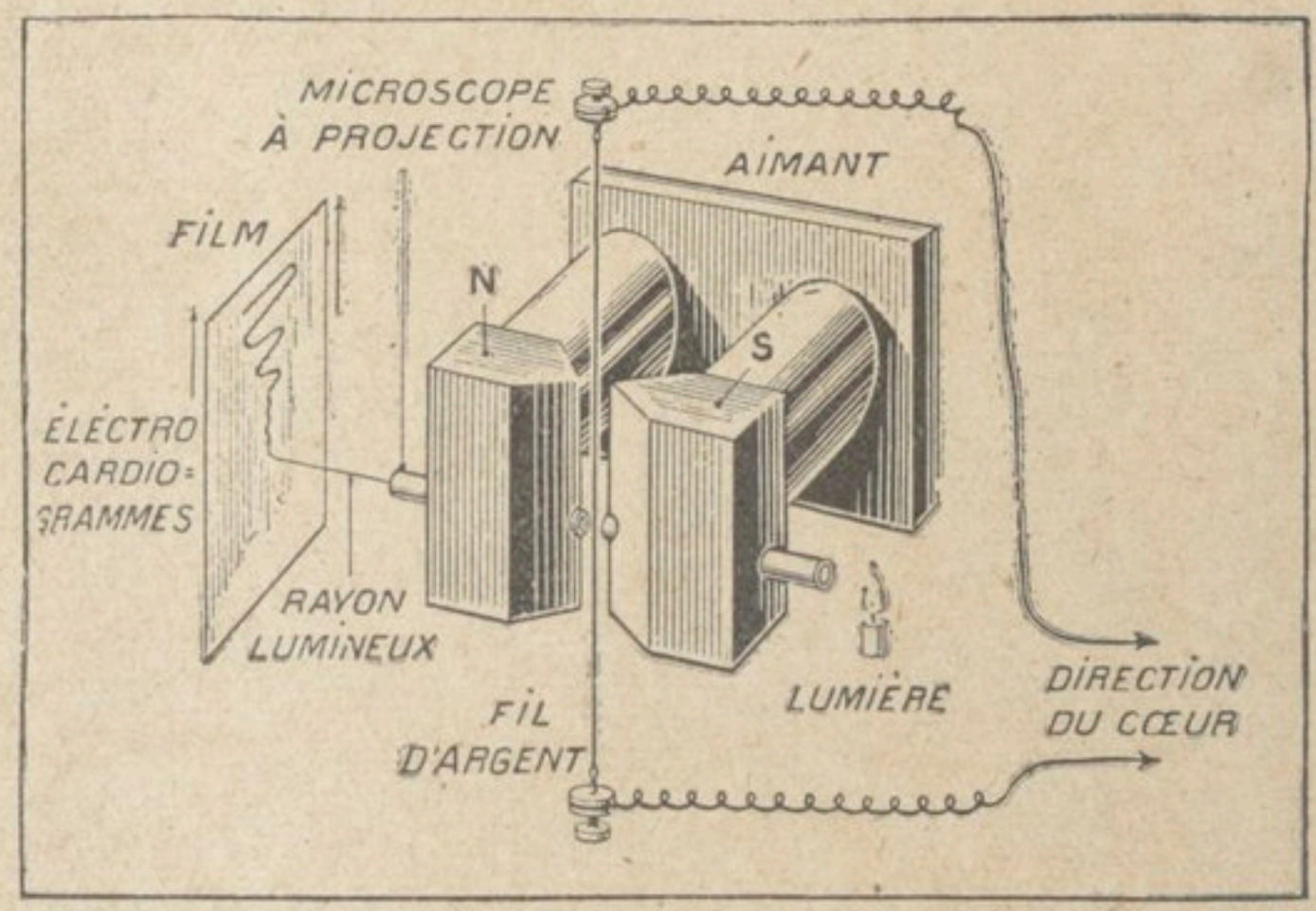


FIG. 2. — SCHÉMA DU GALVANOMÈTRE A CORDE DE EINTHOVEN ET SON UTILISATION POUR LA REPRODUCTION DES COURANTS DU CŒUR

Malgré sa perfection évidente, l'appareil accuse quand même quelques défauts, disons mieux : il a quelques incommodités qui nuisent un peu à sa réputation et ne facilitent pas son usage par trop délicat. C'est ainsi que l'optique est difficile à manier. Ensuite, on parvient très incomplètement à obtenir une tension régulière du fil, condition essentielle d'un résultat satisfaisant. Après quelques recherches, on a cru pouvoir remplacer le fil d'argent par une bobine qui porte un petit miroir. Cette bobine est fixée entre deux fils extrêmement fins. L'électrocardiographe, que nous reproduisons (figure 4, en schéma fig. 3), est construit sur un simple galvanomètre à miroir qu'on utilise généralement

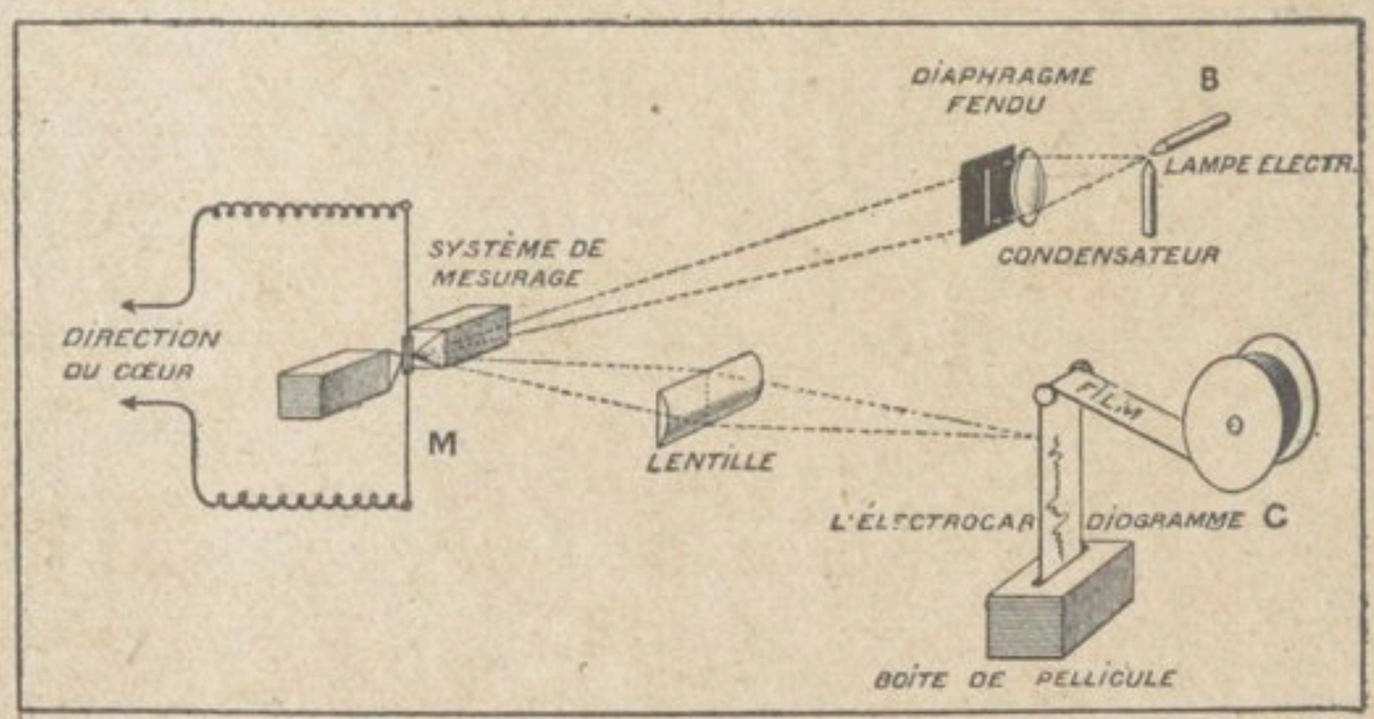


FIG. 3. — REPRÉSENTATION SCHÉMATIQUE DE L'ÉLECTROCARDIOGRAPHE A BOBINE

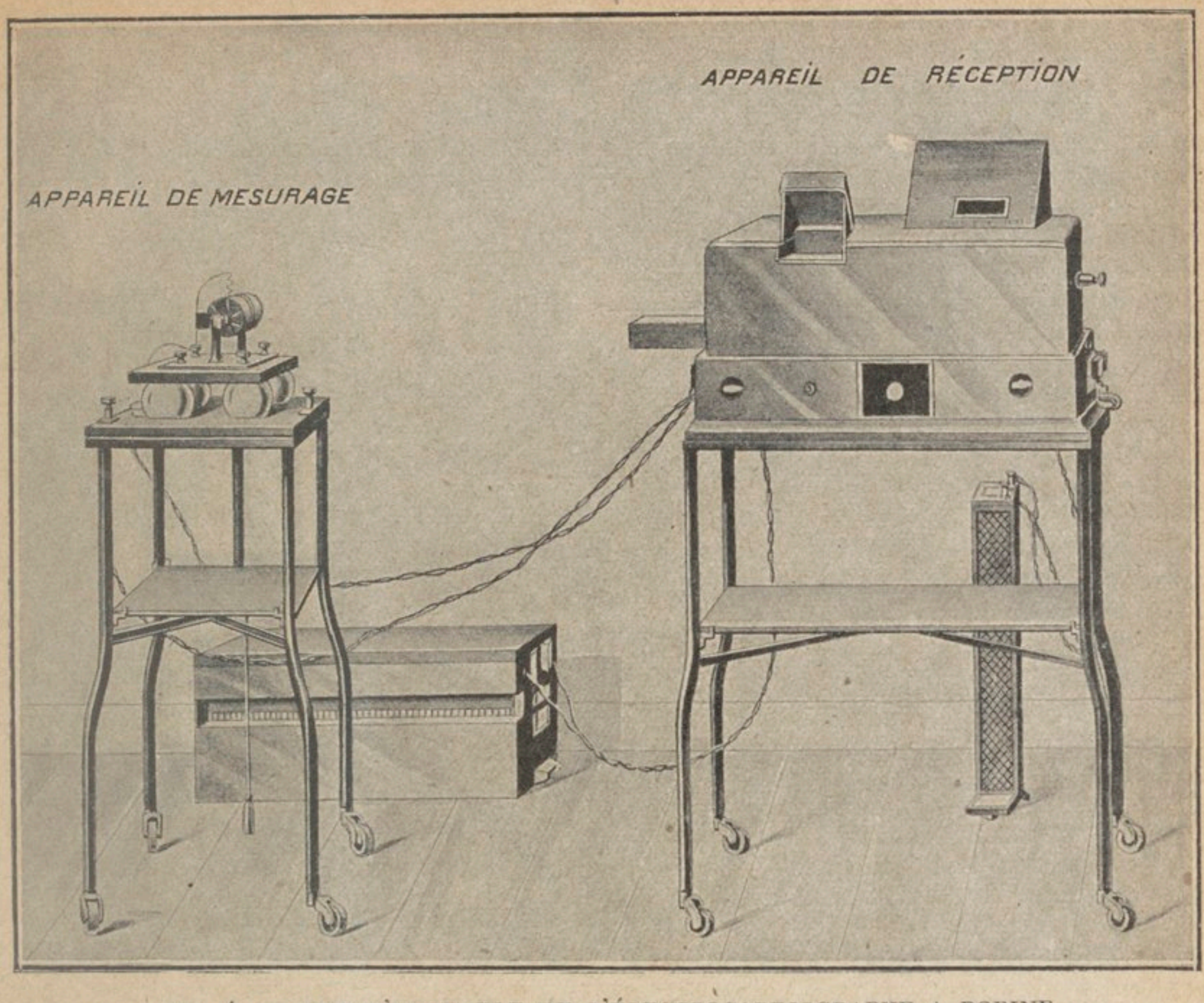


FIG. 4. — VUE D'ENSEMBLE DE L'ÉLECTROCARDIOGRAPHE A BOBINE

pour les recherches physiques. Le dessin 5 nous montre le système des mesurages. Entre les pôles d'un aimant très puissant *N S* (on se sert presque toujours d'un grand électro-aimant), on suspend une minuscule bobine *D*. Lorsqu'on y laisse passer un courant électrique, la bobine dévie dans une direction ou dans l'autre, suivant la puissance du courant, c'est-à-dire que la bobine tourne plus ou moins sur elle-même autour de son axe.

Donc, si nous remplaçons les courants électriques par les courants du cœur, et si nous les laissons passer à travers la bobine, celle-ci, par son mouvement, marquera les vacillations du cœur.

Les courants du cœur battant étant très faibles, le mouvement tournant de la bobine sera si minime que notre vue ne pourra pas l'apercevoir. Ce principe exige donc un instrument complémentaire pour nous mettre en état de voir les mouvements décrits plus haut. Nous nous servirons, à cet effet, du petit miroir collé sur la bobine. Ce miroir transmettra fidèlement tous les mouvements de la bobine. Pour cela, il faut projeter un rayon de lumière sur le miroir; celui-ci rejette ce rayon et indique ainsi, par son mouvement, la rotation de la bobine traversée par le courant. Imaginez cette même bobine munie d'une grande aiguille indicatrice. La pointe de cette aiguille parcourra quelques mètres si sa base ne bouge que d'un

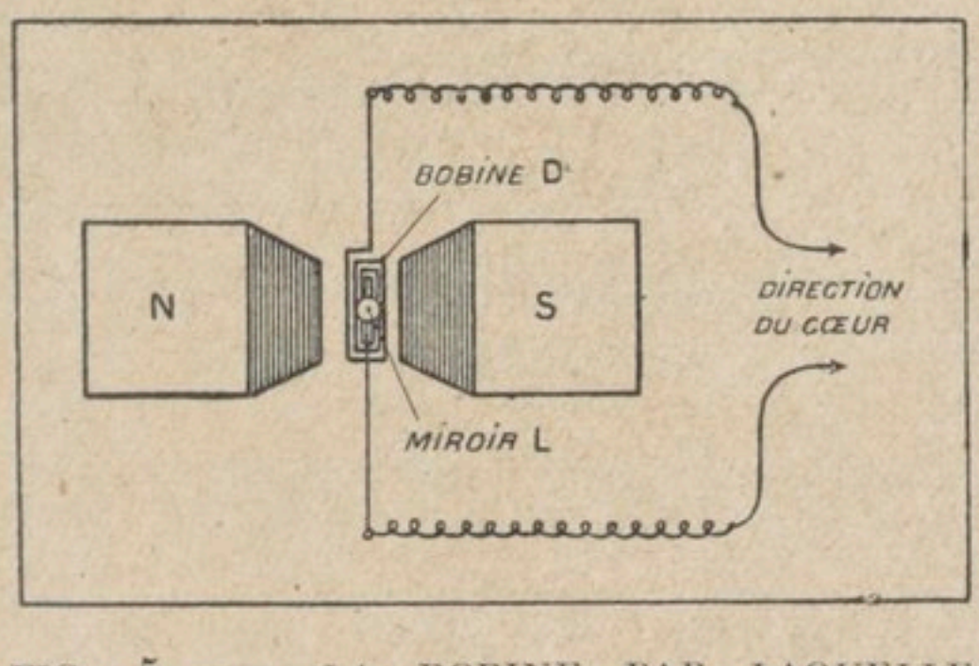


FIG. 5. — LA BOBINE PAR LAQUELLE PASSENT LES COURANTS DU CŒUR; LE PETIT MIROIR L ENTRE LES DEUX POLES DE L'AIMANT

millimètre. Il est évident qu'une aiguille de cette proportion aurait un poids assez considérable, partant trop lourd pour la bobine. On a donc eu recours à la lumière dont les rayons sans poids nous rendent exactement les mêmes services que l'aiguille.

Ceci dit, le dessin figure 3 devient tout à fait compréhensible. Nous y trouvons en *B* une source quelconque de lumière, dans ce cas, électrique. Cette lumière est ramassée par un condensateur (lentille de ralliement) derrière lequel on voit une petite fente qui découpe une raie étroite de lumière, laquelle se projette sur le miroir du système à mesurage *M*. Ce miroir, à son tour, rejette cette raie de lumière. Le rayon rejeté passe par une lentille cylindrée, qui la ramasse en formant un point de lumière excessivement intense. Cette lumière marque sur un film *C*, qui se déroule lentement, tous les mouvements en forme d'une courbe. Après le développement du film, nous voyons un tracé très noir sur fond blanc, et nous avons ainsi obtenu un électrocardiogramme (Voir fig. 7).

Pour faire la jonction du système à mesurage avec le cœur, dont les courants seront à reproduire, on agit de différentes manières : par exemple, par le bain à quatre cellules, c'est-à-dire quatre baignoires en verre ou en porcelaine remplies d'eau, dans lesquelles la personne qui se soumet à l'examen plongera ses avant-bras et ses pieds (figure 6).

Nous avons ensuite quatre fils conducteurs qui partent chacun d'un bain et s'attachent à la bobine du galvanomètre, de sorte que les courants du cœur pénètrent dans la bobine en passant par les membres et par l'eau conductrice. La longueur des fils conducteurs est sans importance pour l'expérience. Il n'est point nécessaire que la personne se trouve dans la même pièce que l'électrocardiographe; au contraire, elle peut utiliser les quatre baignoires dans une autre chambre, même dans une autre maison, et l'appareil fonctionnera quand même. La preuve en a été donnée par l'inventeur lui-même. Einthoven fit la jonction de son laboratoire avec l'hôpital qui était situé à 2 kilomètres. Malgré cette distance, la réception des électrocardiogrammes des malades a pu être parfaitement bien obtenue. Cette méthode complémentaire, surnommée télécardiographie (cardiographie à distance), donna, en effet, des résultats absolument exacts.

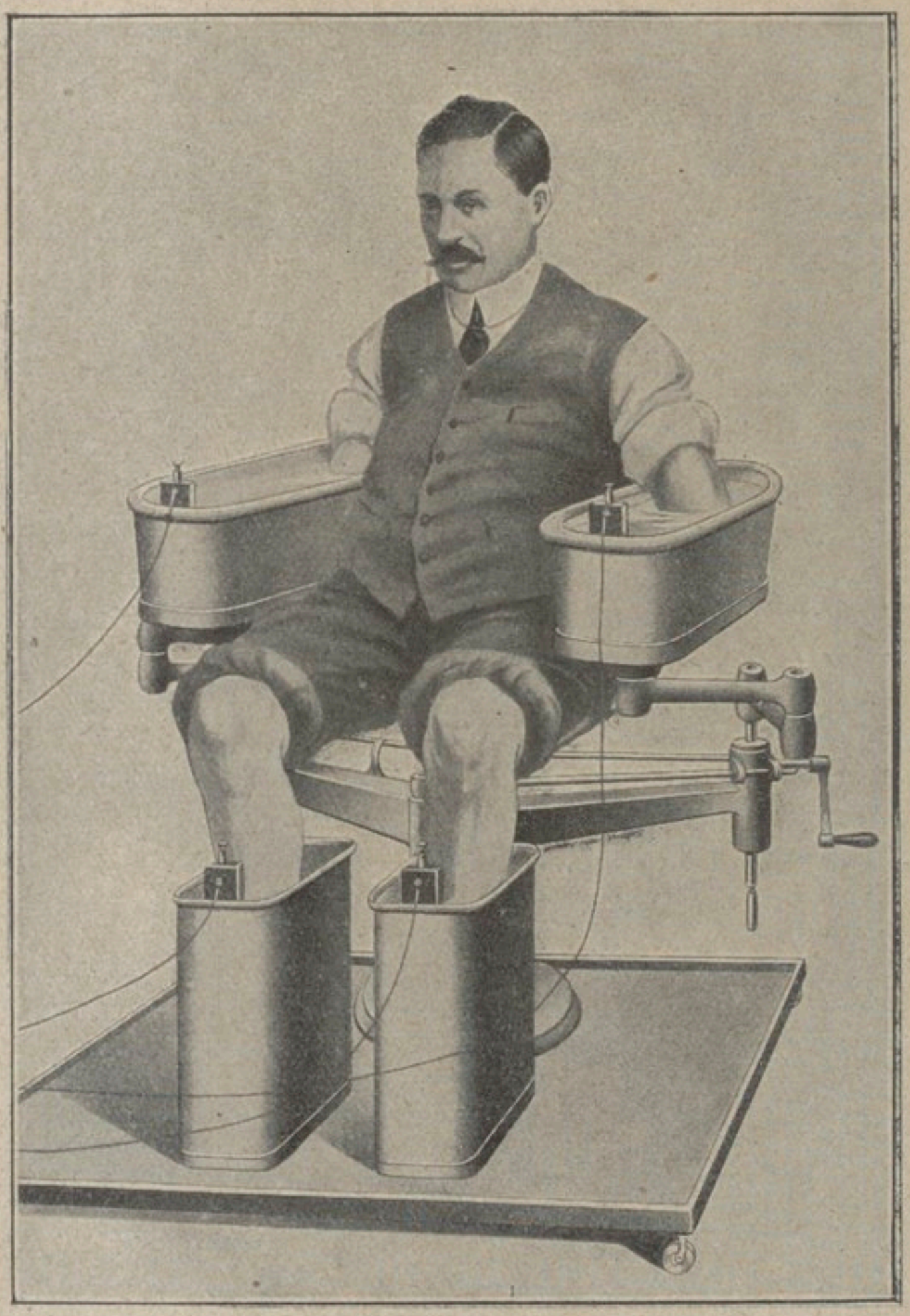


FIG. 6. — BAIN A QUATRE CELLULES AVEC L'AIDE DESQUELLES SE FAIT LA CONDUITE DES COURANTS DU CŒUR EN PASSANT PAR LES BRAS ET LES PIEDS

Les quatre fils qui partent des quatre baignoires avec les électrodes se dirigent vers l'appareil de mesurage électrocardiographe.

Nous voilà parvenus à la question de l'utilisation pratique de cette nouvelle méthode. Quel usage fera le médecin de la courbe zigzaguée que le cœur du malade a tracée sur le film? En examinant de près le cardiogramme, figure 7, nous y trouvons

des angles qui reviennent régulièrement.

Un groupe représente une contraction entière du cœur, c'est-à-dire une systole. Entre chaque groupement, nous remarquons trois pointes *P R T* et trois lignes horizontales *a*, *b*, *r*. Les pointes correspondent aux poussées plus ou moins fortes du courant, c'est-à-dire à la contraction forte ou faible du muscle. Les lignes horizontales représentent les pauses de repos, c'est-à-dire l'arrêt du courant. Il faut insister sur le fait mentionné au début de cet article que la contraction du muscle du cœur s'exécutant dans un rythme très précis, on trouvera facilement l'interprétation de ce groupement.

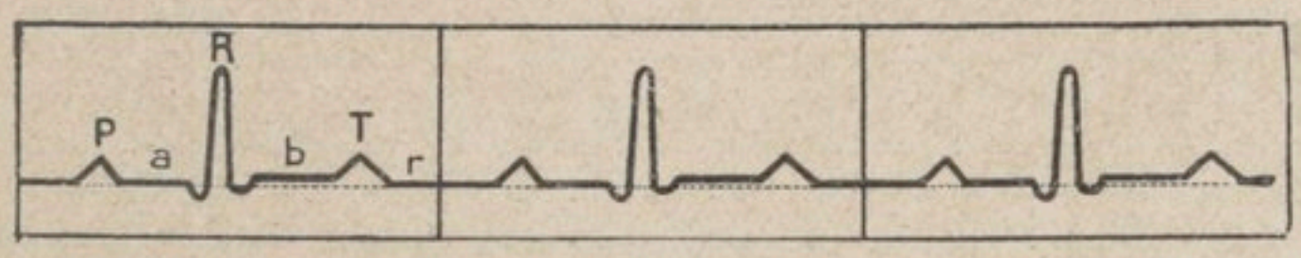


FIG. 7. — ASPECT NORMAL D'UN ÉLECTROCARDIOGRAMME DE L'HOMME

La première pointe *P* correspond à la contraction de la base du cœur. La ligne horizontale *a* correspond à la pause du repos, qui, à son tour, précède la contraction de la pointe du cœur avec les deux ventricules. Cette contraction produit la grande pointe R. La ligne horizontale *b* nous indique le deuxième repos, suivi par la pointe *T* correspondant à la contraction de la partie dite centrale des ventricules.

Après un repos, marqué par la ligne horizontale *r*, qui est celui du cœur, nous voyons apparaître la contraction de l'oreillette, et cela nous indique un nouveau battement du cœur.

Cet électrocardiogramme normal correspond au travail normal du cœur d'un homme en bonne santé. La maladie et les affections diverses du cœur ou d'un autre organe qui se reflètent sur l'état de santé du cœur, même un effort physique brusque ou brutal ou un changement de la respiration, nous apportent une variation de l'activité du cœur qui sera parfaitement visible sur un électrocardiogramme. Ainsi, nous pouvons juger la valeur considérable de cette nouvelle méthode pour la médecine. L'électrocardiogramme prouve au médecin l'état de santé du cœur ou son affection. Si les pointes *P T* sont, par exemple, trop basses, nous avons la certitude que le malade souffre de faiblesse du cœur. La pointe descend-elle sous la ligne horizontale *r*, on pourra diagnostiquer de la névrose. Si la pointe *T* est dirigée vers le bas, nous concluons à de l'artériosclérose. Tout changement des conditions physiologiques, par exemple un changement de la position du corps, influence la courbe, comme l'indique la figure 8. Pendant la respiration, nous voyons encore le même effet (figure 9).

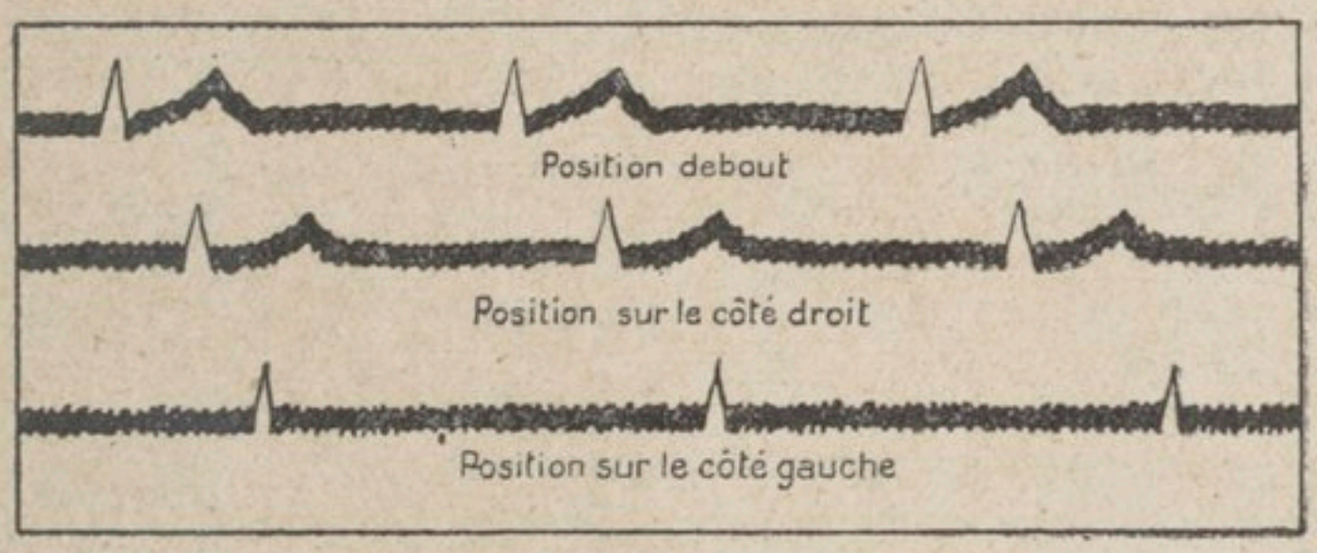


FIG. 8. — INFLUENCE DE LA POSITION DU CORPS SUR L'ACTIVITÉ DU CŒUR, MARQUÉE AVEC PRÉCISION PAR L'ÉLECTROCARDIOGRAMME

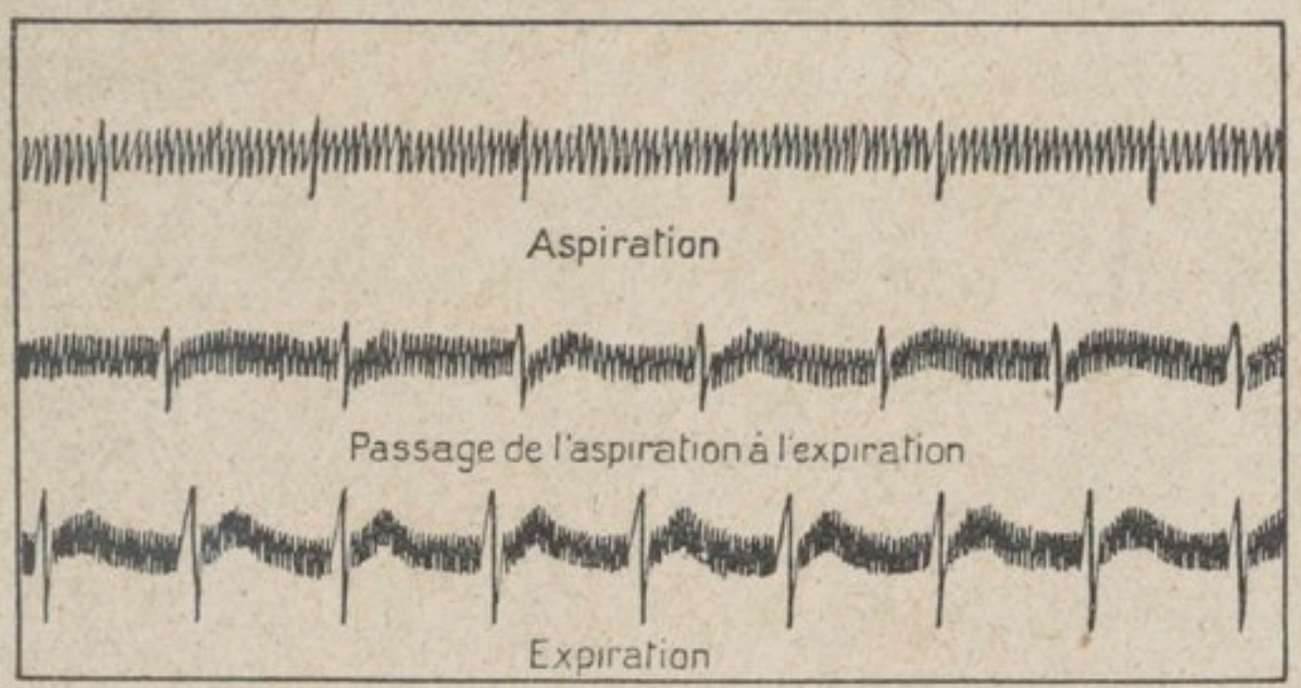


FIG. 9. — INFLUENCE DE LA RESPIRATION SUR L'ACTIVITÉ DU CŒUR, RÉVÉLÉE PAR L'ÉLECTROCARDIOGRAMME

En résumé, l'électrocardiogramme est un langage très éloquent pour ceux qui savent s'en servir ; le cœur étant l'organe le plus important, il nous indique lui-même son état.

L'électrocardiographie est, par conséquent, un moyen qui, mieux qu'aucun autre, est capable de nous introduire très avant dans les mystères passionnants de la nature.

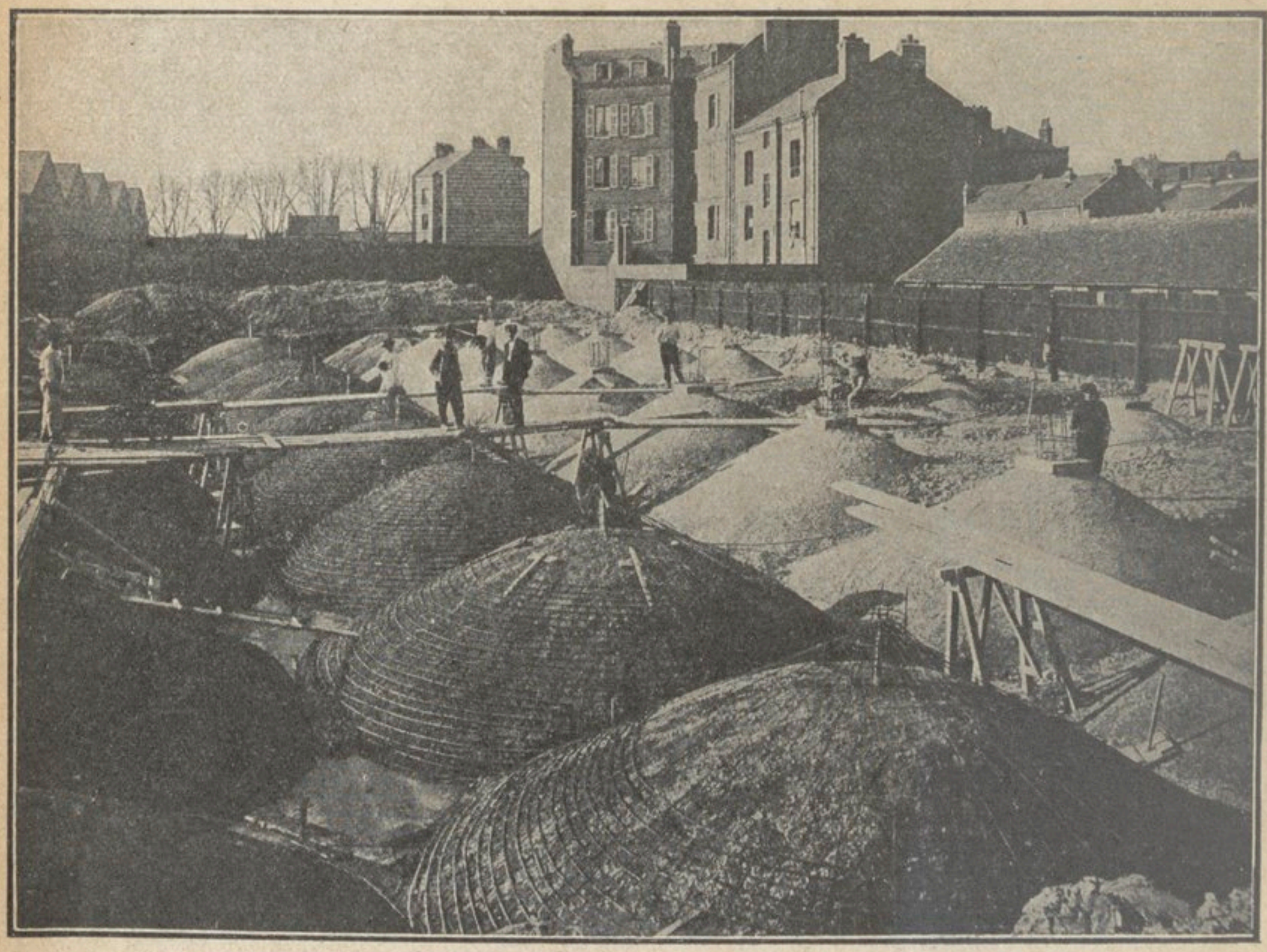
W. H.

UN SYSTÈME DE FONDATIONS CONIQUES

Le premier travail de l'ingénieur chargé de jeter un pont ou de l'architecte qui se propose d'édifier un immeuble de quelque importance est d'examiner très sérieusement l'emplacement du futur ouvrage. Quand la construction ne doit avoir que de modestes proportions, on creuse simplement, à ciel ouvert, un puits boisé, de façon sommaire, et qui permet d'étudier la nature des couches du sol. Mais s'il s'agit, par exemple, d'une vaste usine à établir sur des terrains inconsistants, qui forment souvent le sous-sol des grandes villes, sur des sables ou de la vase, comme on en rencontre sur les rives des cours d'eau, il faut pratiquer des sondages à l'aide d'appareils spéciaux, qui remontent au jour des échantillons des terrains traversés. Puis, une fois la nature géologique de l'endroit connue, on détermine la résistance du sol, afin de savoir le poids qu'il peut supporter sans danger.

A ce moment se pose le problème des *fondations*, auquel on a proposé diverses solutions, au cours des dernières années. En particulier, grâce au béton armé, on a réussi à établir, sans trop de frais, de solides plateaux sous les édifices. Un ancien inspecteur général des Ponts et Chaussées, M. Considère, a même apporté une heureuse modification dans l'application du procédé, en imaginant les fondations sur cônes, qui supportent aisément des surcharges de 2.000 à 5.000 kilogrammes par mètre carré.

Notre photographie illustre leur mode de formation. On y voit, en effet, de gauche à droite, les trois étapes successives du montage. Après avoir disposé le sol de manière à constituer une série de monticules réguliers, on revêt ceux-ci d'une sorte de cloche réalisée par le béton et son ossature. On monte ensuite sur le sommet de chacun d'eux un des piliers de la construction. Ce système original, simple et rapide revient, en outre, bon marché ; aussi l'emploiera-t-on avec succès dans les mauvais sols où les fondations sur pilotis entraîneraient des lenteurs qui coûteraient cher ; elles risqueraient, par surcroît, de n'être pas d'une extrême solidité.



VUE D'UN CHANTIER DE FOUILLES OU SONT PRÉPARÉES DES FONDATIONS CONIQUES

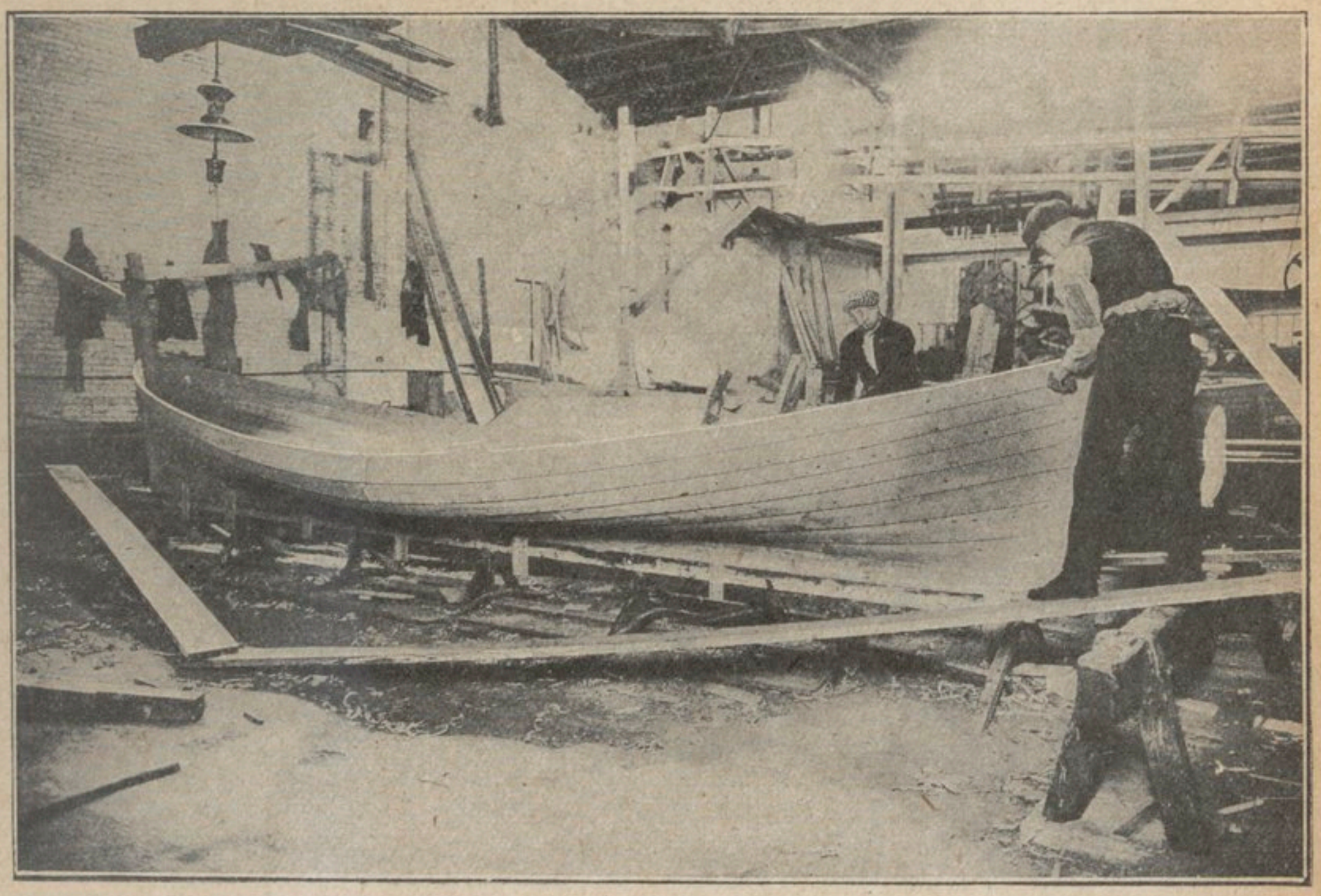
NOUVEAUX PERFECTIONNEMENTS AUX BATEAUX DE SAUVETAGE

Par J. de la CERISAIE

M. Maurice Ajam, ancien sous-secrétaire d'Etat de la Marine marchande, a examiné récemment, dans *La Science et la Vie*, (n° 33, juillet 1917), les graves problèmes posés par la piraterie sous-marine, qui fait tant de victimes.

Aujourd'hui, nous nous proposons de parler des nouveaux *bateaux de sauvetage* que construisent, d'une façon plus intensive que jamais les chantiers américains, sous l'autorité du *Treasury Department*, aidé des conseils de l'Amirauté. Beaucoup de ces *life-boats* sont du type Mac Lelan, en service depuis une dizaine d'années dans les postes de secours des côtes de l'Atlantique et du Pacifique ; d'autres se rapprochent des canots A. Normand ou Henry et ne s'en distinguent que par quelques particularités de détail. Mais les caractéristiques principales de ces embarcations sont toujours l'insubmersibilité complète, une rapide évacuation de l'eau embarquée et le redressement automatique après les chavirements.

Le redressement s'obtient d'ordinaire à l'aide de caisses à air, de tambours en dos d'âne aux extrémités ; l'évacuation de l'eau s'effectue au moyen de tubes traversant la coque et munis de clapets dont l'ouverture se fait de l'intérieur à l'extérieur sous la poussée du liquide embarqué. Ces canots ont une dizaine de mètres de long, et un tirant d'eau de 0 m. 50 environ avec leur



BATEAU DE SAUVETAGE AMÉRICAIN EN COURS DE CONSTRUCTION

Les caractéristiques de ces embarcations, sont : l'insubmersibilité complète, une rapide évacuation de l'eau embarquée et le redressement automatique après les chavirements

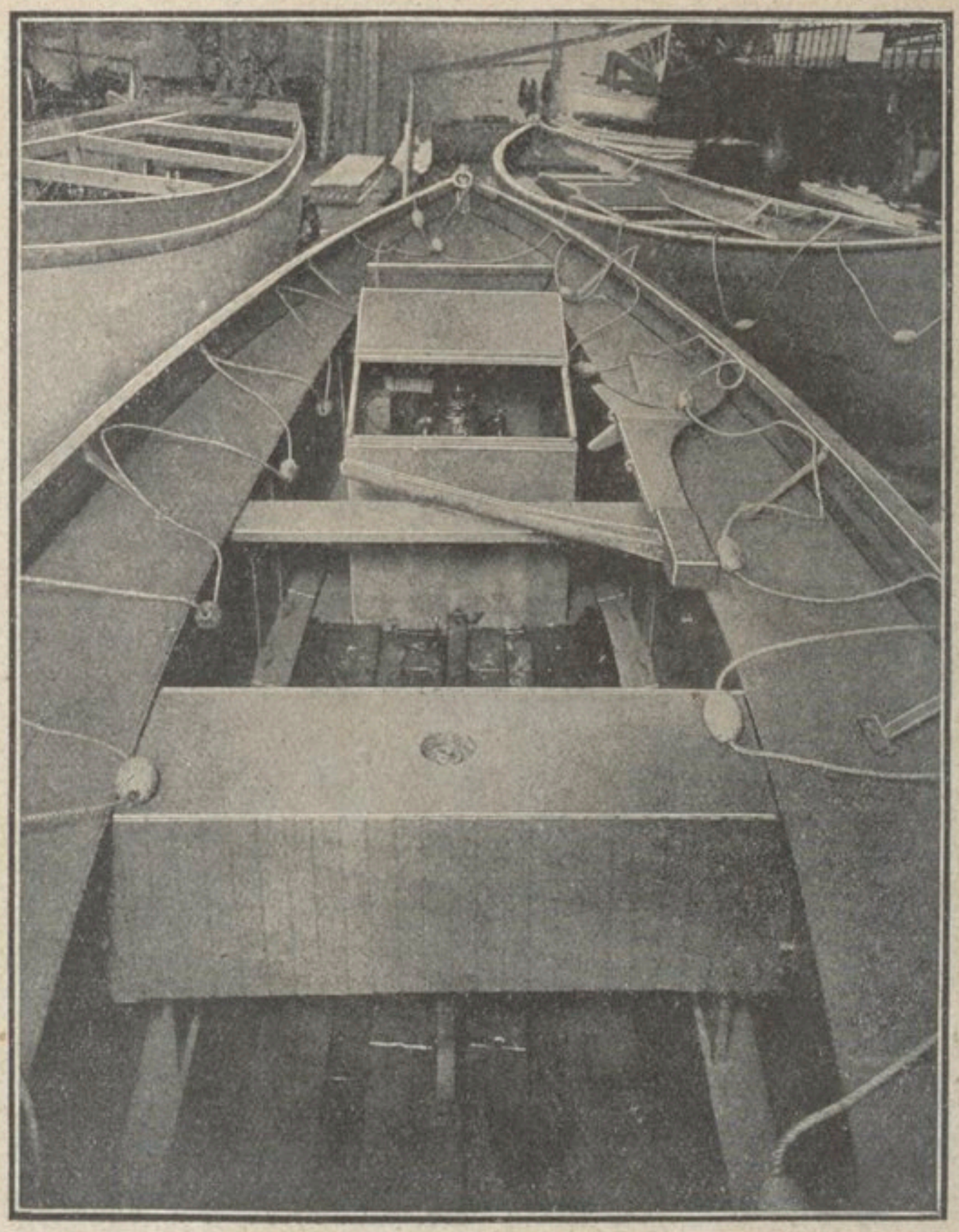
équipage. La longueur hors bordé, au fort, atteint 2 m. 24, et le poids de ces *life-boats* tout équipés atteint 2.500 kilogrammes environ. Une fausse quille en fer, de 300 kilos, double la quille en bois ; la coque, fine et lisse, comprend d'ordinaire deux couches en bois d'acajou superposées et croisées que sépare une toile imprégnée de glu marine. Un pont court de bout en bout ; il est percé de trois écoutilles servant à aérer la cale et fermées hermétiquement par des panneaux.

Vingt-huit caisses à air, dont quatorze sous le pont, douze au-dessus et deux en abord, de chaque côté, concourent, avec les deux tambours avant et arrière, à assurer la complète insubmersibilité du canot.

L'évacuation de l'eau embarquée se fait instantanément par six puits verticaux à soupapes automatiques ménagés au centre du pont et aboutissant en dessous de la coque. L'eau s'écoule par son propre poids dans l'espace de vingt-deux secondes, le pont se trouvant à 10 centimètres au-dessus du niveau de la mer. Ainsi que nous l'avons déjà noté, ces *life-boats* se redressent pour ainsi dire instantanément quand ils chavirent, même la quille complètement en l'air.

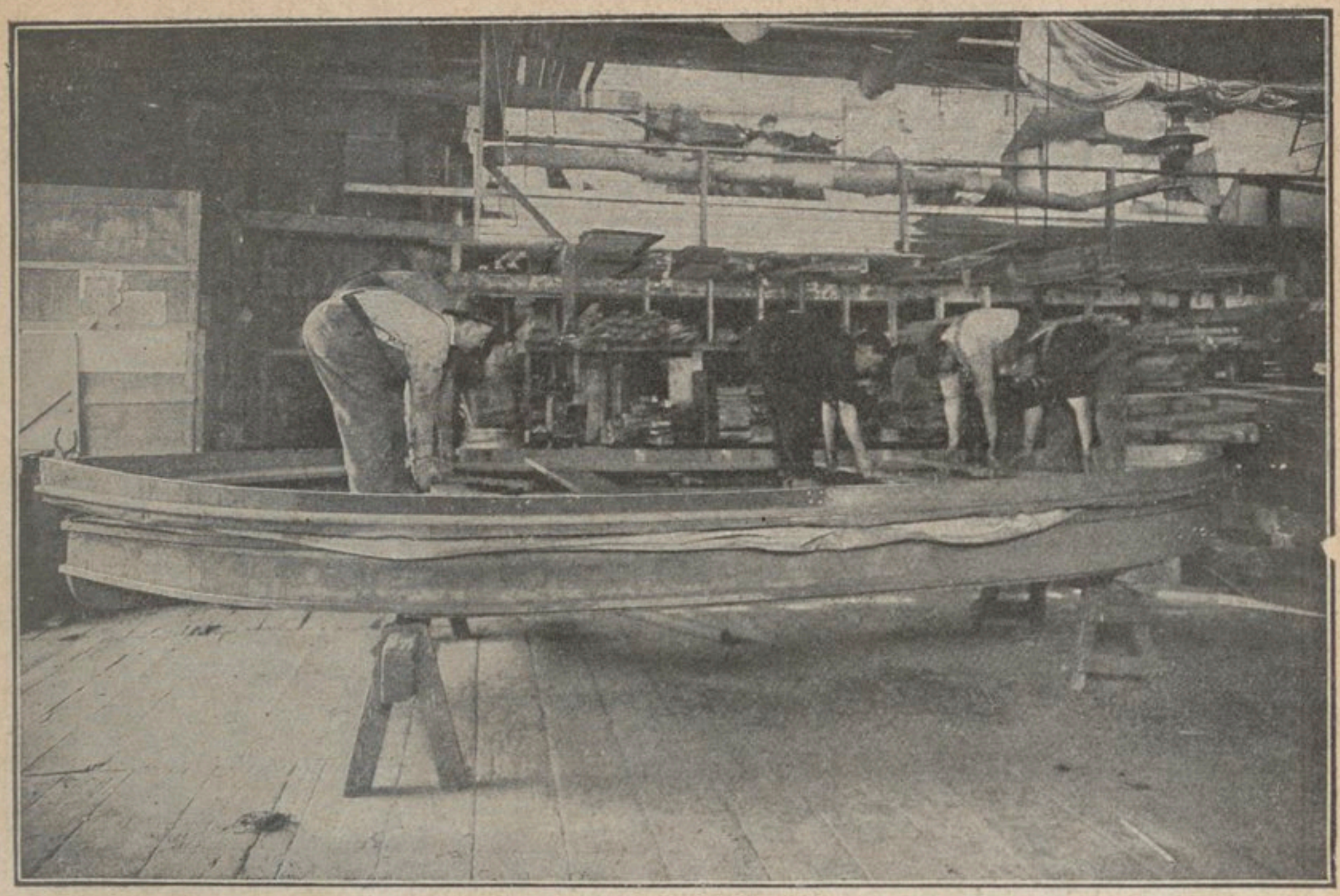
D'autres bateaux de sauvetage américains sont en acier, et leurs caractéristiques se rapprochent de celles du canot conçu, il y a une dizaine d'années, par notre compatriote Henry, agent technique de la Marine à Rochefort. Comme on le sait, une fausse quille en fer *(bulb-keel)*, située à 0 m. 50 sous la flottaison, assure la stabilité de ce canot. Les tôles qui supportent le poids de la fausse quille donnent un levier de 1 mètre et en décuplent la puissance. Avec leur surface de 5 mètres carrés, ces tôles fournissent une résistance considérable au déplacement latéral. Ce *bulb-keel* est une masse de fonte, suspendue par une plaque de tôle à la partie inférieure du bateau. C'est, en quelque sorte, un supplément de lest qui a pour but de prévenir le chavirage, soit au moment des grains ou des coups de vent, soit au cours d'un virage. Les premiers de ces instruments étaient évasés à la partie inférieure, rétrécis à la partie supérieure, ce qui les faisait grossièrement ressembler à la section d'un gros oignon, d'un bulbe, *bulb*, en anglais.

Le *bulb* Henry est mobile. Il se relève à volonté au moyen d'un treuil ou automatiquement dès que le canot rencontre un haut-fond ou une épave. Le profil de ce *bulb* est tel, en effet, que tout corps qui le rencontre, par suite de la pression ou du choc, le relève. Il est constitué par un cigare de fonte du poids de 300 kilos suspendu par des plaques de tôle de 0 m. 010 d'épaisseur. Abaissé, le *bulb* fait descendre le cigare à environ 1 mètre du point de suspension et à près de 0 m. 60 du bateau. Grâce à ce contre-poids et au bras de levier ainsi ménagé, le canot peut naviguer sous ses trois voiles,



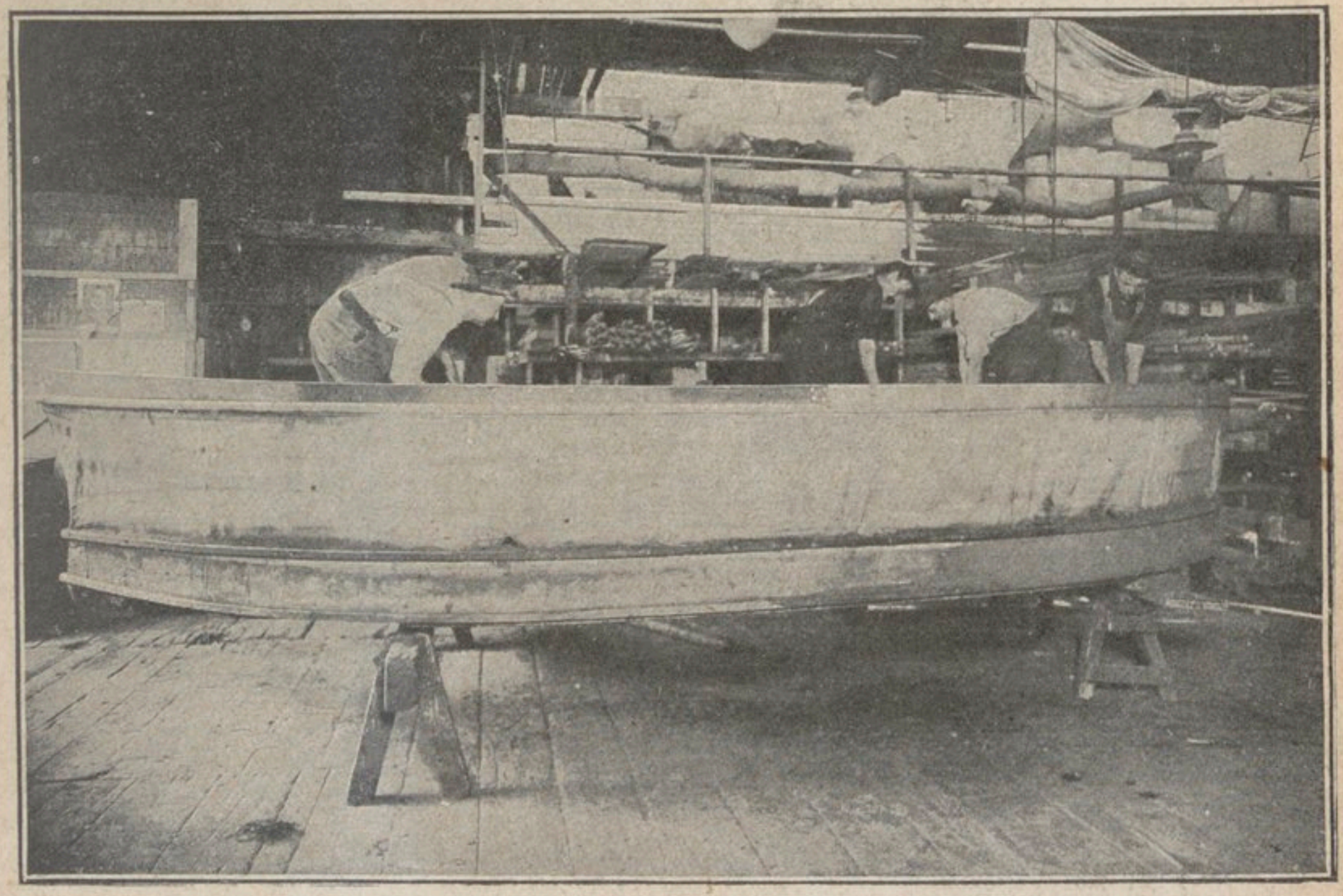
VUE INTÉRIEURE MONTRANT LES DISPOSITIFS DESTINÉS A ASSURER L'INSUBMERSIBILITÉ

Pour assurer l'insubmersibilité, on ponte le canot, puis on garnit avec des caisses étanches l'espace vide compris entre le pont et la quille.



PONTAGE D'UN BATEAU DE SAUVETAGE DANS UN CHANTIER AMÉRICAIN

Les ouvriers assemblent les planches destinées à former le pont sous lequel se trouvent disposées les caisses étanches employées pour assurer l'insubmersibilité.

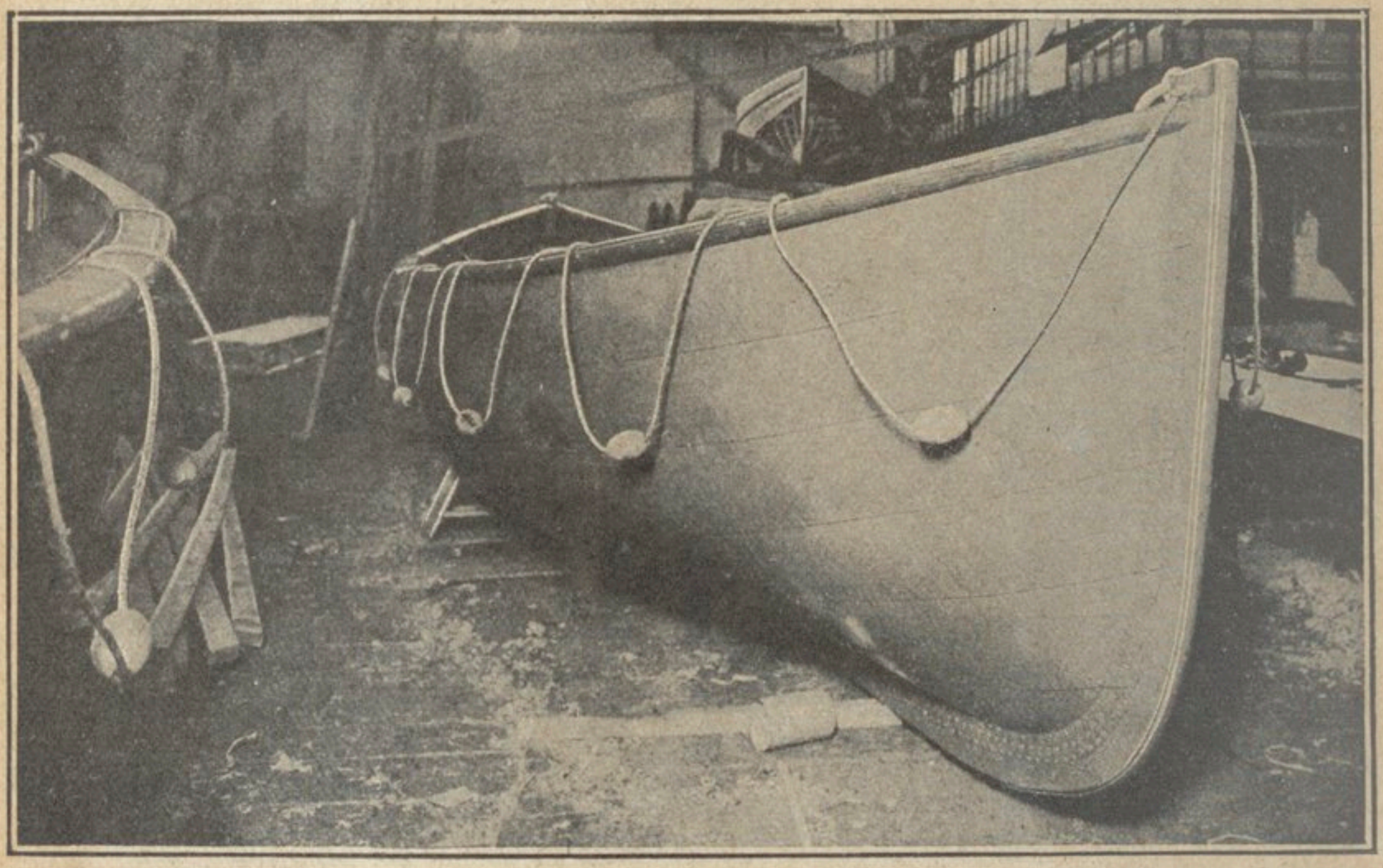


BATEAU DE SAUVETAGE PRESQUE COMPLÈTEMENT ACHEVÉ

La coque fine et lisse comprend deux couches de bois d'acajou superposées et croisées que sépare une toile extrêmement solide imprégnée de glu marine.

même par vent de grande tempête ; il est absolument impossible qu'il soit retourné.

Mais la stabilité est encore augmentée par la rapidité de l'évacuation. Celle-ci se produit beaucoup mieux qu'avec les tuyaux du *life-boat*, par un puits dont la surface est quatre fois plus grande que celle des tuyaux ; aussi, la sortie de l'eau est-elle réellement instantanée. Quant à l'insubmersibilité, elle s'obtient par un cloisonnement de toutes les parties du bateau au moyen de cloisons obliques légères qui laissent à la chambre



AUTRE TYPE DE CANOT DE SAUVETAGE COMPLÈTEMENT TERMINÉ

On voit, pendant sur la coque, un filin garni de distance en distance de petits cabillots de bois.

sa forme naturelle. On peut pénétrer dans ces compartiments par des ouvertures ovales à tampons étanches, où peuvent être placés des objets utiles, vêtements, vivres, etc. Les constructeurs américains, ingénieux et pratiques, y mettent aussi du kapok, qui augmente la force inversive. Avec 50 kilos de cette matière sur un canot de 10 mètres, on assure la flottabilité absolue, tous les compartiments fussent-ils crevés.

L'Amirauté des Etats-Unis a fait annexer à presque tous les *life-boats* qu'elle a commandés une sorte de nageoire dite *dériveur*, qui se trouve près de l'extrémité du canot et qui sert à assurer une plus grande stabilité dans le cas de la marche à la voile.

On construit également aux Etats-Unis des *radeaux de sauvetage* très pratiques, pourvus à demeure d'eau douce et de vivres et entourés de rembardes avec filières pour protéger ceux qui les montent contre les lames capables de les enlever. Au moment d'un abordage, on n'a pas souvent, en effet, le temps de penser aux vivres, et alors les personnes réfugiées sur ces flotteurs sont exposées à mourir de faim et de soif, si elles tiennent la mer pendant longtemps. Quant aux rembardes à demeure, on se rend compte très aisément de leur incontestable utilité.

Il est certain qu'un radeau, quelque bien construit qu'il soit, ne se manœuvre pas aussi bien qu'une embarcation ; il faut donc le protéger davantage, et le seul moyen consiste à appliquer le *filage de l'huile*.

Ces diverses considérations soigneusement étudiées ont amené les constructeurs américains à adopter un type de radeau présentant beaucoup de ressemblance avec celui du capitaine Debrosse, et capable de supporter une cinquantaine de naufragés.

Il se compose de deux flotteurs de 5 mètres de longueur et 63 centimètres de diamètre, en tôle de 2 millimètres d'épaisseur, terminés à leurs extrémités par des cônes. Les cloisons sont rivées aux parois des flotteurs que réunissent entre eux six entremises en tôle emboutie.

Les deux cloisons médianes de chaque flotteur se trouvent suffisamment rapprochées pour constituer des citernes à eau douce et les entremises-milieu supportent un coffre en tôlerie zinguée pouvant contenir les biscuits de mer. Un solide caillebotis, mi-partie chêne, mi-partie sapin, est fixé sur les flotteurs et entouré d'un garde-corps de 340 millimètres de hauteur, constitué par une filière en chanvre goudronné passant dans une série de rembardes très légères.

CONSTRUCTION DES FLOTTEURS DE RADEAUX DE SAUVETAGE

Ces radeaux se composent de deux flotteurs de cinq mètres de long et de soixante-trois centimètres de diamètre, en tôle d'acier, terminés à leurs extrémités par des cônes.

Au pied de ces montants, disposés en guirlande, s'amarre une autre filière en abaka, flottant sur l'eau, et destinée à supporter au moins vingt hommes, immergés jusqu'aux épaules, en attendant du secours. En outre, ces radeaux portent quatre réservoirs à huile de 10 litres chacun, placés à l'avant, à l'arrière, à tribord, à bâbord du flotteur ; ils lui permettent de tenir la mer par très gros temps et pendant plusieurs jours.

On peut les faire manœuvrer à la seconde, à tour de rôle ou simultanément, suivant les cas, avec une facilité extrême. Le levier de manœuvre actionnant la barre de connexion, ouvrant en même temps les quatre robinets, permet de régler le suintement de l'huile goutte à goutte. Tout cela est très pratique.

L'armement d'un de ces radeaux américains comprend : deux lignes de sauvetage ; une ligne en manille de 70 millimètres de circonférence et de longueur convenable ; quatre avirons de 15 pieds ; six tollets de nage dont deux pour godille ; un aviron de queue avec estrope et une gaff . Son poids total, sur pont-tente, armé, y compris l'eau, les vivres et l'huile, atteint 800 kilos environ.

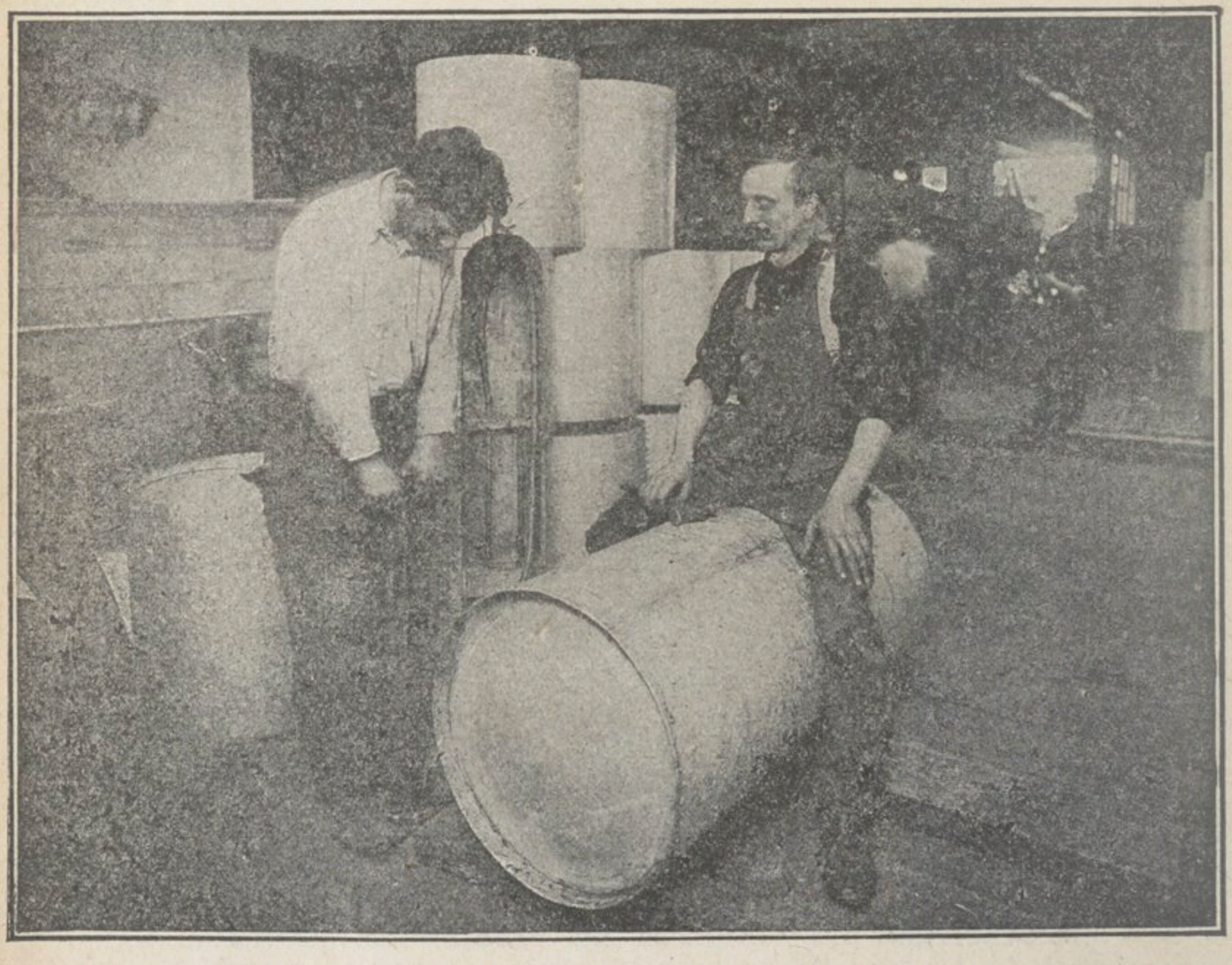
Suivant les règlements de la Marine américaine, trente-deux hommes pourront trouver place sur le caillebotis, en dedans des rembardes, et vingt autres, accrochés à la filière en abaka qui en fait le tour dans l'eau, pourront s'y soutenir pendant un certain temps.

Plusieurs des types de bateaux et radeaux de sauvetage lancés par les Etats-Unis portent des appareils fileurs et projecteurs d'huile par *l'acide carbonique*, qu'on peut mettre en action en moins d'une minute.

Chacun de ces engins, placés au milieu de l'embarcation, se compose d'une bouteille en fer ou en acier, debout ou couchée, contenant 4.000 litres de gaz ; avec cette force initiale, on projette l'huile avec violence ou on la laisse suinter tout doucement.

Sur l'avant et sur l'arrière du *life-boat*, couchées en travers, se trouvent une ou deux bouteilles semblables mais vides de gaz et remplies chacune de 10 litres d'huile, ce qui peut faire 40 litres en tout, suivant les cas. Deux tubulures, en cuivre rouge recuit et étiré, partent du bas du détendeur, passant sous un banc et vont se fixer par un raccord au goulot du récipient d'huile. En dessous de ces récipients, deux autres tubes conducteurs d'huile amènent le liquide en abord, de chaque côté, sur l'avant et sur l'arrière, et des robinets à trois eaux permettent de le faire projeter ou suinter à la mer.

Enfin, on construit encore, de l'autre côté de l'Atlantique, de petits *bateaux de sauvetage* dits *ridés*. Ce système, réalisé par un spécialiste, M. Haver, il y a plusieurs années, sur des cargos de 4.600 tonneaux, offre un certain intérêt. Les canots ridés se distinguent des navires ordinaires en ce que, sous la ligne de flottaison, courent, de chaque côté et d'une extrémité à l'autre de la coque, deux gondolements. L'adjonction de ces deux plissements latéraux présente, entre autres avantages, une plus grande résistance de la coque, un accroissement de vitesse pour une même puissance motrice et de stabilité à la mer, une diminution des vibrations et de très grandes facilités dans la manœuvre du gouvernail.



LA VÉRIFICATION DE L'ÉTANCHÉITÉ DES FLOTTEURS EN TOLE D'ACIER
Le rivetage terminé, cette vérification s'opère au moyen d'eau sous pression.

Grâce à ces divers types de bateaux, ainsi qu'à des bouées, des ceintures, des gilets ou plastrons en kapok et autres engins de sauvetage plus ou moins perfectionnés qu'on embarque à bord de tous les navires quittant l'Amérique pour l'Europe, on a réduit au minimum les risques des marins ou des passagers qui se trouvent à leur bord en cas de torpillage... à moins que les barbares équipages du kaiser ne coulent les embarcations de sauvetage à coups de canon ! J. DE LA CERISAIE.

LES A-COTÉS DE LA SCIENCE

INVENTIONS, DÉCOUVERTES ET CURIOSITÉS

Par V. RUBOR

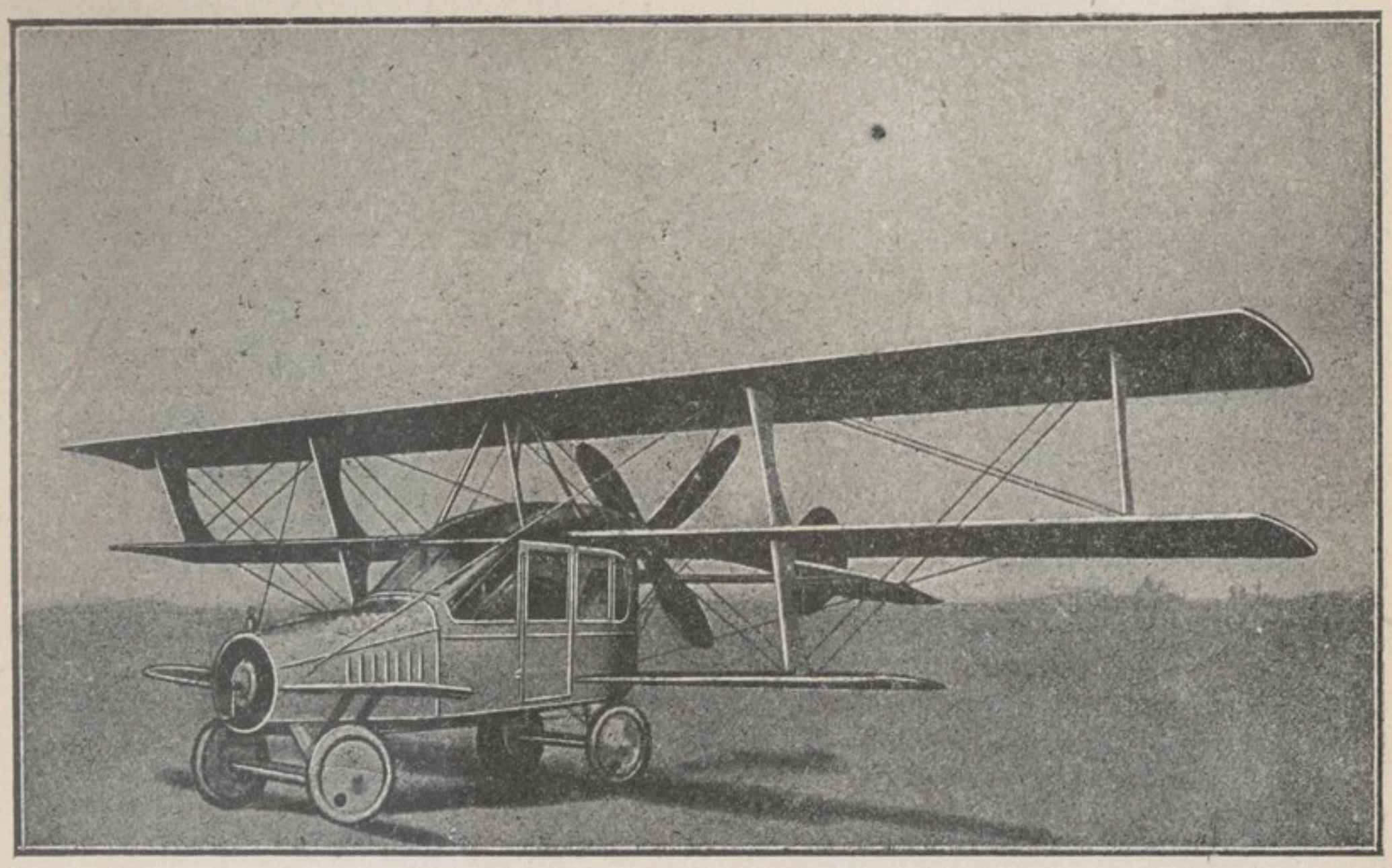
Une limousine aérienne

L'AVIATEUR et constructeur américain bien connu, Glenn H. Curtiss a construit, avec l'aide de ses ingénieurs, une automobile volante baptisée « Autoplane », qui fit sensation au dernier salon de l'automobile de New-York. Pour la première fois, semble-t-il, il fut donné de voir un véhicule aérien qui n'est pas exclusivement un appareil de sport ou de guerre.

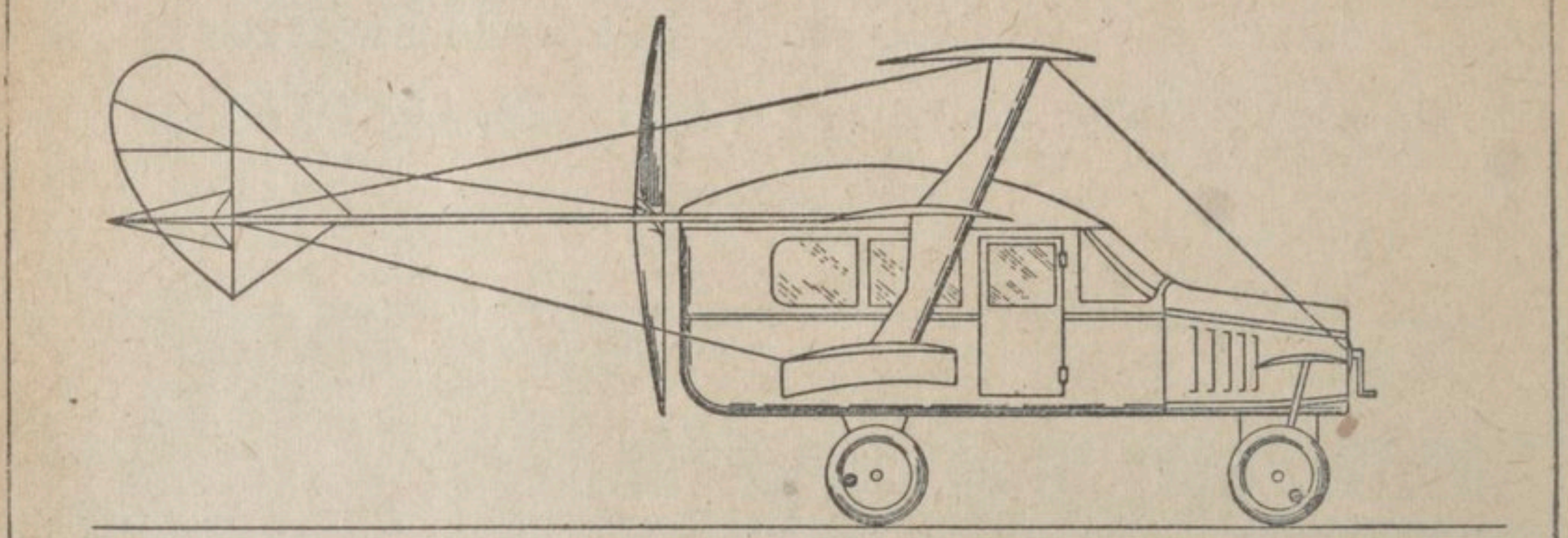
Comme le montre notre photographie, la nouvelle machine est un aéroplane du type triplan, dont le fuselage est entièrement remplacé par une nacelle ayant toutes les apparences d'une automobile et les caractères spéciaux de la limousine. Le corps, ou, si l'on préfère, la carrosserie, est en aluminium et, pour éviter le bris des glaces à l'atterrissage, les baies sont munies de plaques de celluloïd en guise de vitres.

L'autoplane se déplace et se dirige sur le sol, au lancer, ou même pour couvrir de courtes distances, comme l'automobile ordinaire. La direction a donc aussi pour organe de manœuvre un volant, mais ce volant commande également, au moyen d'une transmission appropriée, les mouvements du gouvernail vertical qui dirige la machine dans ses parcours aériens. Les essieux portent sur des amortisseurs de choc en caoutchouc qui rendent plus doux les atterrissages et, par la même occasion, les parcours terrestres.

Les plans, dont la surface totale est de 39 mètres carrés environ, sont en retrait les uns sur les autres de 28 centimètres et espacés en hauteur de près d'un mètre. Ils sont incurvés. Le plan supérieur et le plan médian ont tous deux 12 m. 35 d'envergure et 1 m. 22 de largeur à la corde. Le plan inférieur a 7 m. 10 d'envergure et 1 m. 07 de largeur. Les deux sections du plan médian et du plan inférieur sont nécessairement raccordées de chaque côté de la caisse du véhicule, celles du plan supérieur au sommet de la carrosserie, celles du plan inférieur à environ 15 centimètres du plancher de la voiture. Les deux plans supérieurs sont munis d'ailerons de gauchissement. Deux longerons, espacés de 2 m. 75, relient, à



L'AUTOPLANE GLENN H. CURTISS A TOUT A FAIT L'ASPECT D'UNE AUTOMOBILE AILÉE



FORMES GÉNÉRALES DE L' « AUTOPLANE » REPRÉSENTÉES SCHÉMATIQUEMENT

hauteur du plan médian, le corps de l'autoplane à la queue, qui, comme sur tous les aéroplanes, porte les gouvernails de direction et de profondeur, les ailerons stabilisateurs, etc... L'avant de la voiture est également muni, de chaque côté, d'un plan de stabilisation légèrement incurvé.

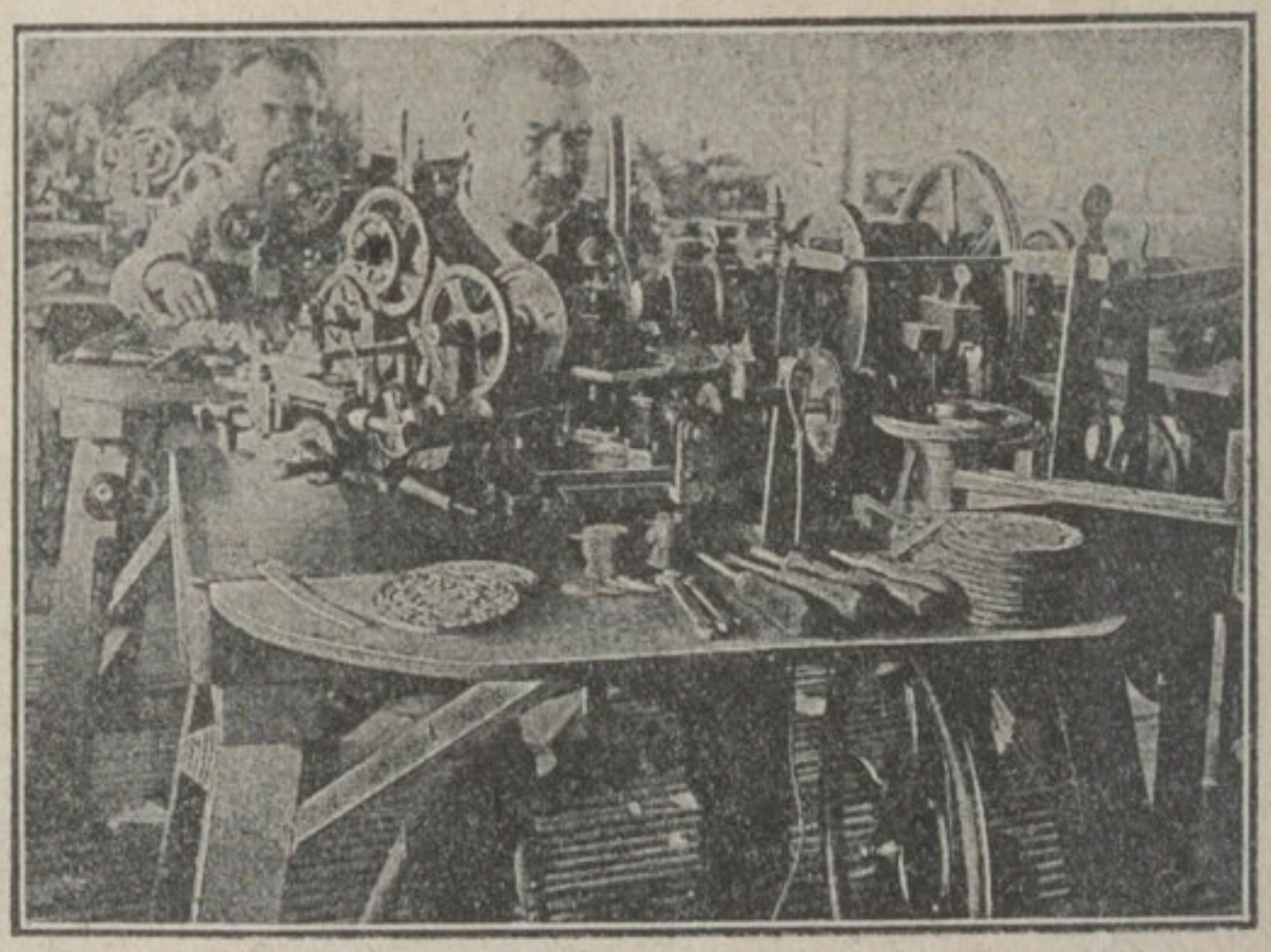
Du plan supérieur au sol, l'appareil mesure 3 m. 05 de hauteur ; sa longueur totale est de 8 m. 25 et la charge utile qu'il peut emporter est de 340 kilogrammes. L'intérieur de la carrosserie, très luxueux, est aménagé pour recevoir deux passagers assis l'un à côté de l'autre, avec, en avant, le siège du pilote.

Le moteur, situé à l'avant, recouvert d'un capot et précédé d'un radiateur dont le rôle est de fournir de l'eau froide pour maintenir les cylindres moteurs à une température relativement basse, est un huit-cylindres 100 chevaux Curtiss donnant 1.400 tours par minute et entraînant à 1.100 tours une hélice propulsive à quatre branches, de 2 m. 65 de diamètre et 1 m. 67 de pas.

Le réservoir de combustible, placé au centre de gravité de la machine, sur le toit, au-dessus de l'emplacement des sièges pour les passagers, a une capacité de 130 litres. Le moteur consommant environ 45 litres d'essence par heure, en régime normal, le rayon d'action de l'autoplane est de trois heures à vitesse moyenne. C'est peu, mais, pour un début, il ne faut pas se plaindre.

Gravure des boîtiers de montres

Une fois les mouvements mis dans les montres, il s'agit de décorer leurs boîtes, d'y dessiner des arabesques plus ou moins compliquées, d'y graver les chiffres des futurs clients, etc. On s'adresse, pour cela, à des tours fort curieux dont le fonctionnement repose sur le principe du pantographe. Ils permettent de reproduire, sur des boîtiers de montres, les ornements les plus divers, réalisés une fois pour toutes par d'habiles artistes.



OUVRIERS GRAVANT AU TOUR DES BOITIERS DE MONTRES

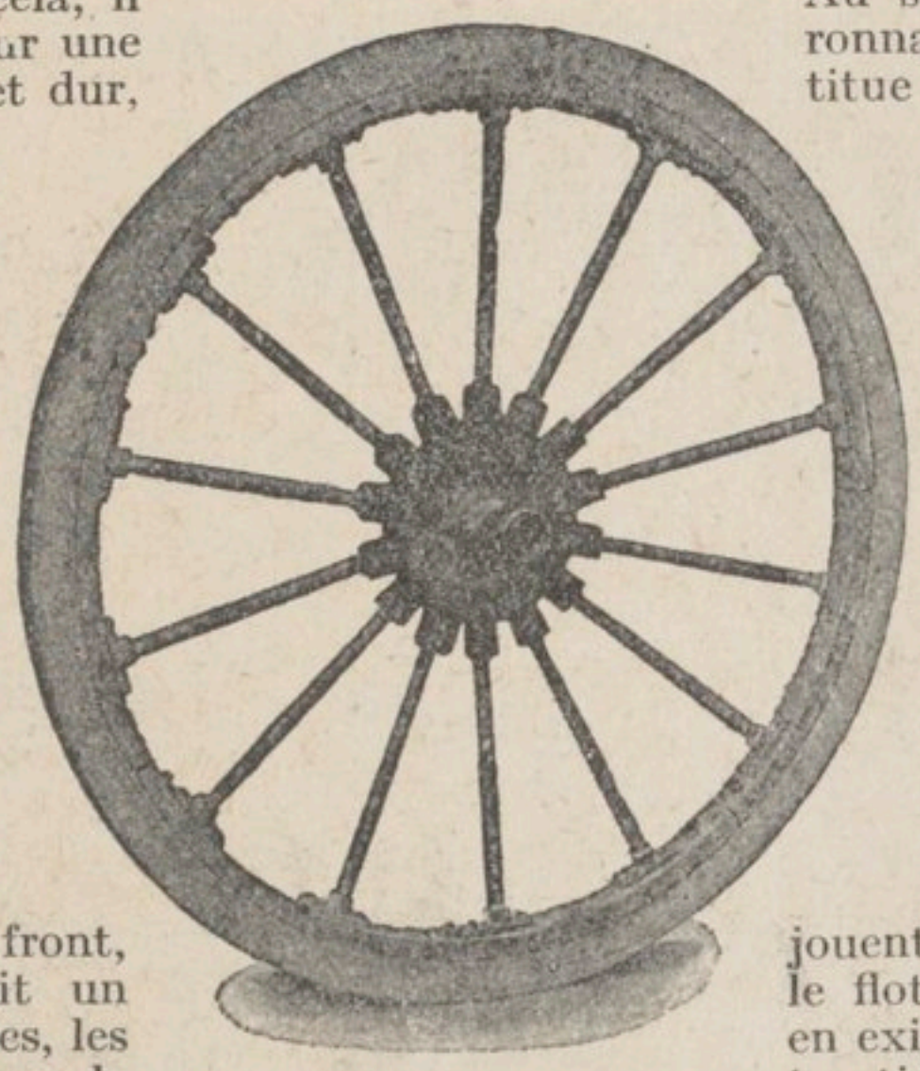
Dans la boîte d'or, en particulier, comme le prix de la matière première joue un rôle prépondérant, les fabricants bisontins arrivent, grâce à ces *tours pantographiques de réduction*, à des résultats extraordinaires. Ainsi ils vendent des boîtes de montre dans lesquelles le poids de l'or ne dépasse pas 2 grammes, la cuvette de ces chronomètres

bon marché n'a pas plus de 9/10e de millimètre d'épaisseur. Et sur cette vraie pellicule, le tour à graver enlève encore du précieux métal sans qu'on s'en aperçoive à l'intérieur, mais, pour cela, il faut monter les pièces sur une sorte de ciment marron et dur, destiné à empêcher le marquage en dessous au cours du travail très délicat de la gravure.

La roue Constancia à rais extensibles et interchangeables

En campagne, les pièces d'artillerie comme les caissons de munitions, les camions automobiles aussi bien que les chariots de batterie doivent rouler vite et bien. Or, sur le front, le matériel roulant subit un travail intensif ; les chocs, les influences atmosphériques le fatiguent énormément, sans compter les obus qui le détruisent parfois. Aussi le capitaine Constancia vient de faire breveter une roue très résistante et dont les éléments constitutifs interchangeables peuvent se remplacer immédiatement sur le champ de bataille, en cas d'accidents ou de détérioration par l'ennemi.

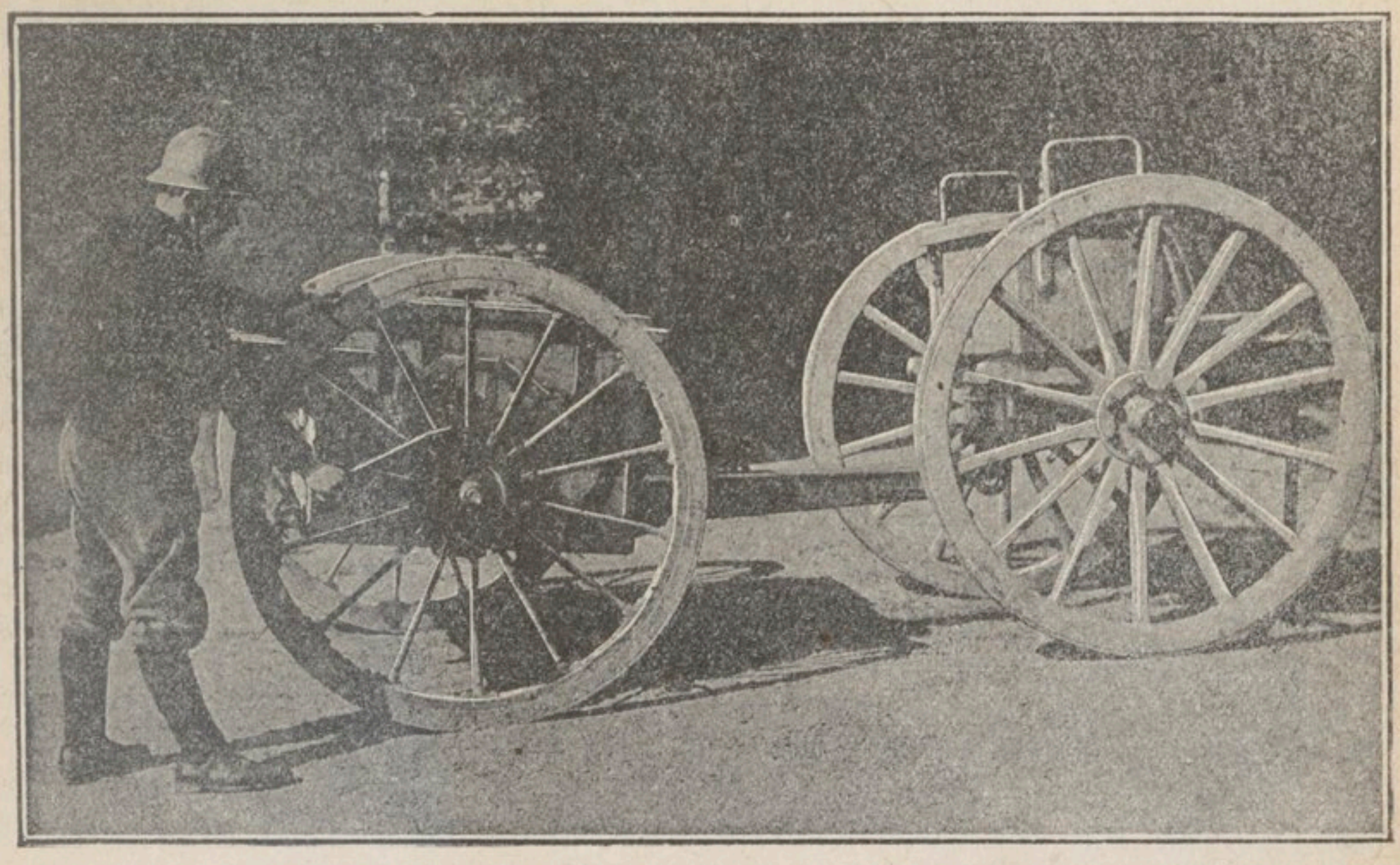
Jusqu'à présent, en dépit des essais tentés pour remplacer le bois par le métal, la roue des véhicules lourds comprend un assemblage de pièces de bois qu'une bande de fer maintient en place et protège contre l'usure.



LA ROUE CONSTANCIA

Au sortir de l'atelier de charronnage, cet assemblage constitue un tout homogène et compact. Malheureusement, la pesanteur des charges transportées, les cahots de la route, les secousses brutales ou saccadées, les rayons de soleil qui provoquent le fendillement des fibres ligneuses, ou la pluie, qui les gonfle démesurément puis finit par les pourrir, compromettent petit à petit la cohésion de l'ensemble. Alors les rais se déboîtent, le moyeu travaille à l'arrachement, les jantes jouent, le bandage ferraille et le flottement de la roue, tout en exigeant un accroissement de traction pour un même poids transporté, détermine l'usure prématurée du véhicule.

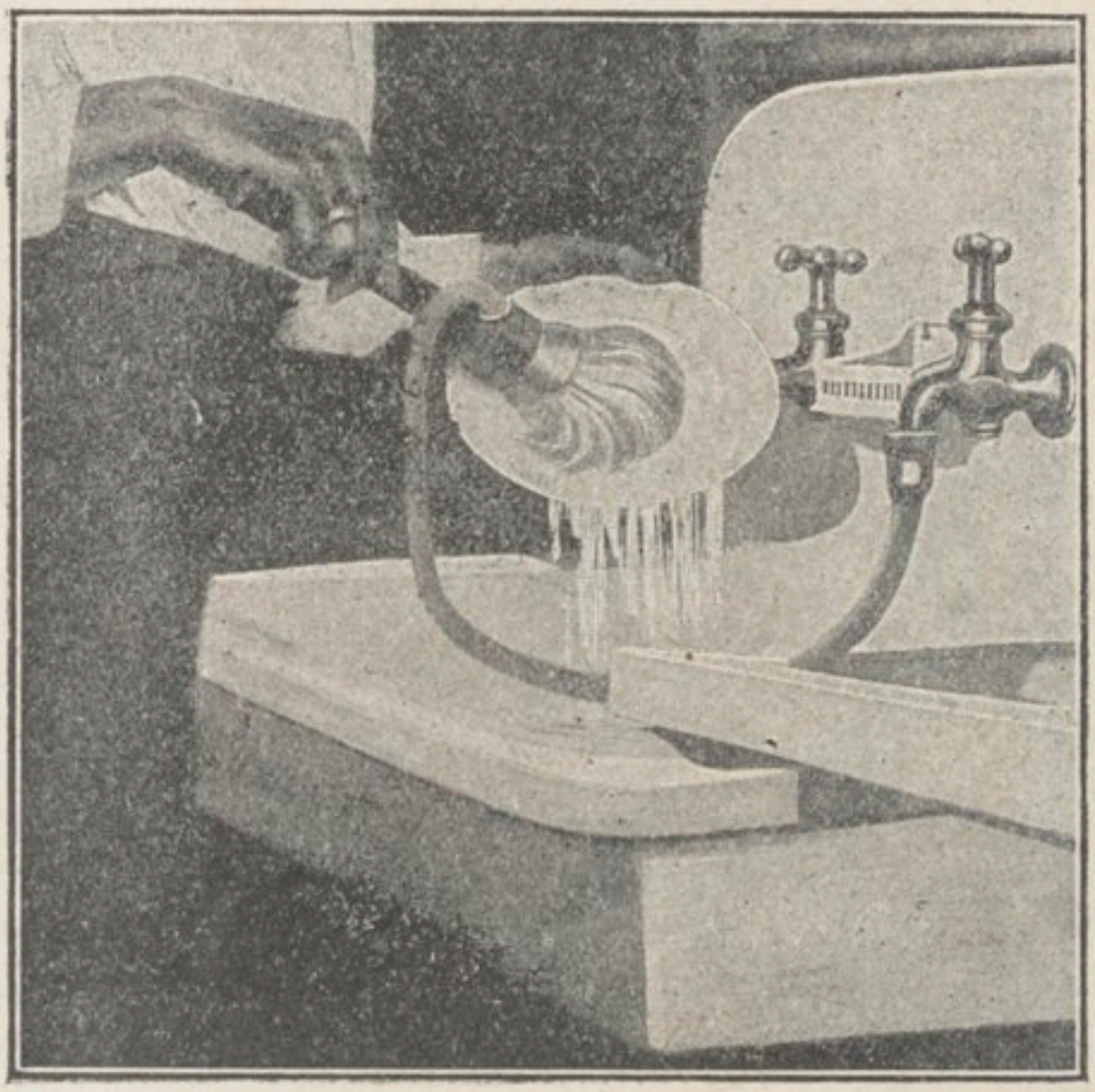
Si donc on pouvait donner une *cohésion permanente* aux éléments constitutifs de la roue, le problème serait résolu. C'est à quoi tend l'invention du capitaine Constancia qui repose sur les considérations expérimentales suivantes. Comme le flottement d'une roue tient à l'exagération de l'écart



ADAPTATION D'UNE ROUE CONSTANCIA A UN CAISSON D'ARTILLERIE DE CAMPAGNE

entre la jante et le moyeu, il compense cette distance par un allongement des rais. Pour cela, d'un moyeu métallique et très solide, tournant sur la fusée de l'essieu, partent des *rais extensibles et interchangeables* qui vont rejoindre une jante en bois bandée de fer. Des segments en U extensibles et reliés entre eux au moyen de languettes enveloppent celle-ci ; ils portent des godets à patins dans lesquels les rais se logent sans frottement, tandis que des boulons à tête fraisée maintiennent l'ensemble (bandage en fer, jante en bois et segments métalliques) et permettent le rattrapage de jeu. En outre, se trouve, dans le logement, une douille à fond, fermée, filetée extérieurement à son sommet et munie à sa base d'un ergot coulissant dans une fente qui reçoit le rai. Un écrou permet de faire monter ou descendre la douille et, par suite, d'augmenter ou de diminuer la cohésion entre moyeu et jante, par l'intermédiaire du rai dont un contre-écrou, bloqué à fond, maintient la pression.

Le système Constancia supprime l'opération coûteuse du châtrage, évite les pertes de force motrice, prolonge la durée de la roue et du véhicule. En essai depuis le mois de mars 1917, au parc d'artillerie de Dunkerque, ces nouvelles roues à rais extensibles et interchangeables ont déjà parcouru jusqu'ici plus de 600 kilomètres sur des routes pavées, sans que leur cohésion diminue. Elles peuvent s'adapter avec la plus grande facilité aux divers véhicules.



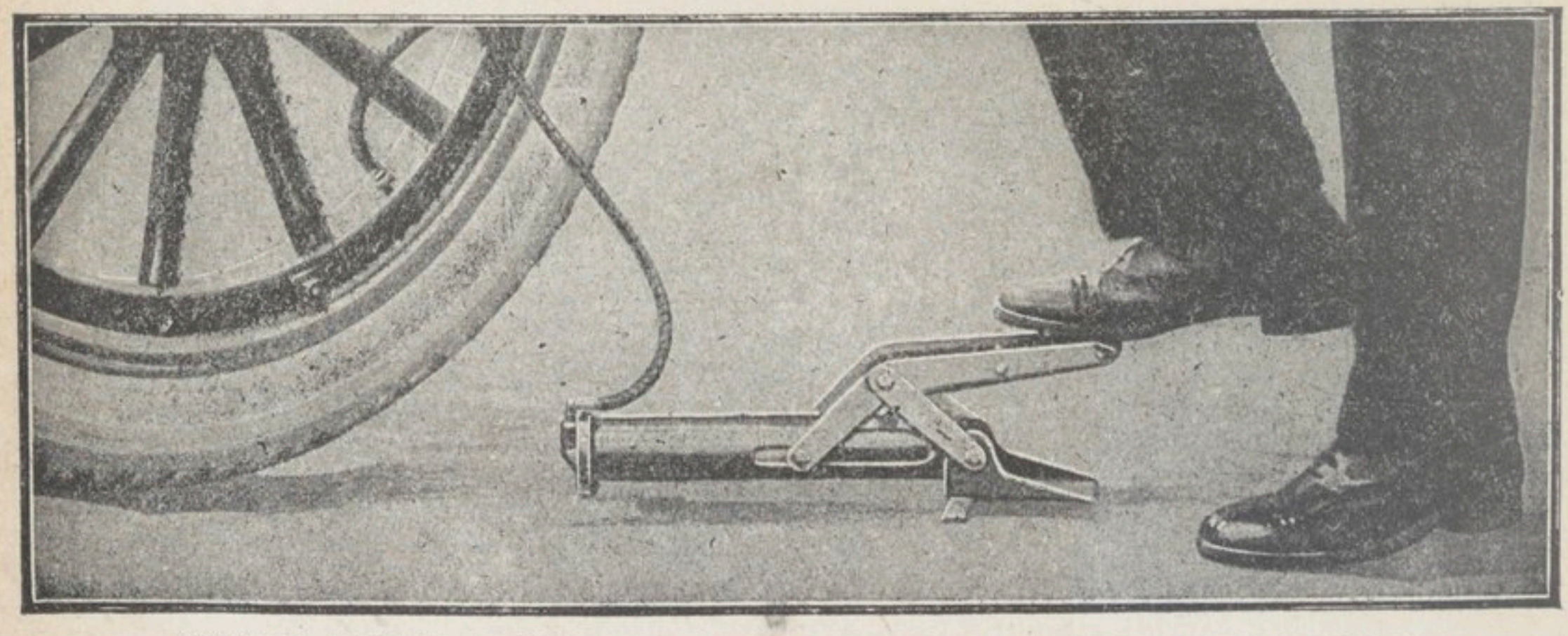
LA VAISSELLE LAVÉE AVEC DE L'EAU COURANTE, VOILA CE QUE PERMET LE DISPOSITIF CI-DESSUS

Laver la vaisselle n'est plus une corvée

S'il y a des inventions assez simples pour se passer de commentaires, c'en est bien une que nous illustrons ici ; il faut lui reconnaître un autre avantage, celui d'être vraiment pratique. Comme construction : une lavette ordinaire tout juste modifiée pour recevoir l'extrémité d'un tuyau souple relié par son autre bout au robinet à eau chaude. Plus d'eaux grasses et pas besoin de rinçage puisque l'on peut laver la vaisselle avec de l'eau courante, bien chaude et nécessairement toujours propre. On objectera que tout le monde n'a pas de distribution d'eau chaude dans sa cuisine ? Evidemment, mais comme le nombre des immeubles où elle existe est déjà important et s'augmente chaque année, beaucoup de nos lecteurs pourront en faire leur profit.

Pour gonfler les pneumatiques

Nous avons récemment trouvé sur le marché une pompe à air pour gonfler les pneumatiques d'automobiles qui, par la simplicité de sa construction, ses



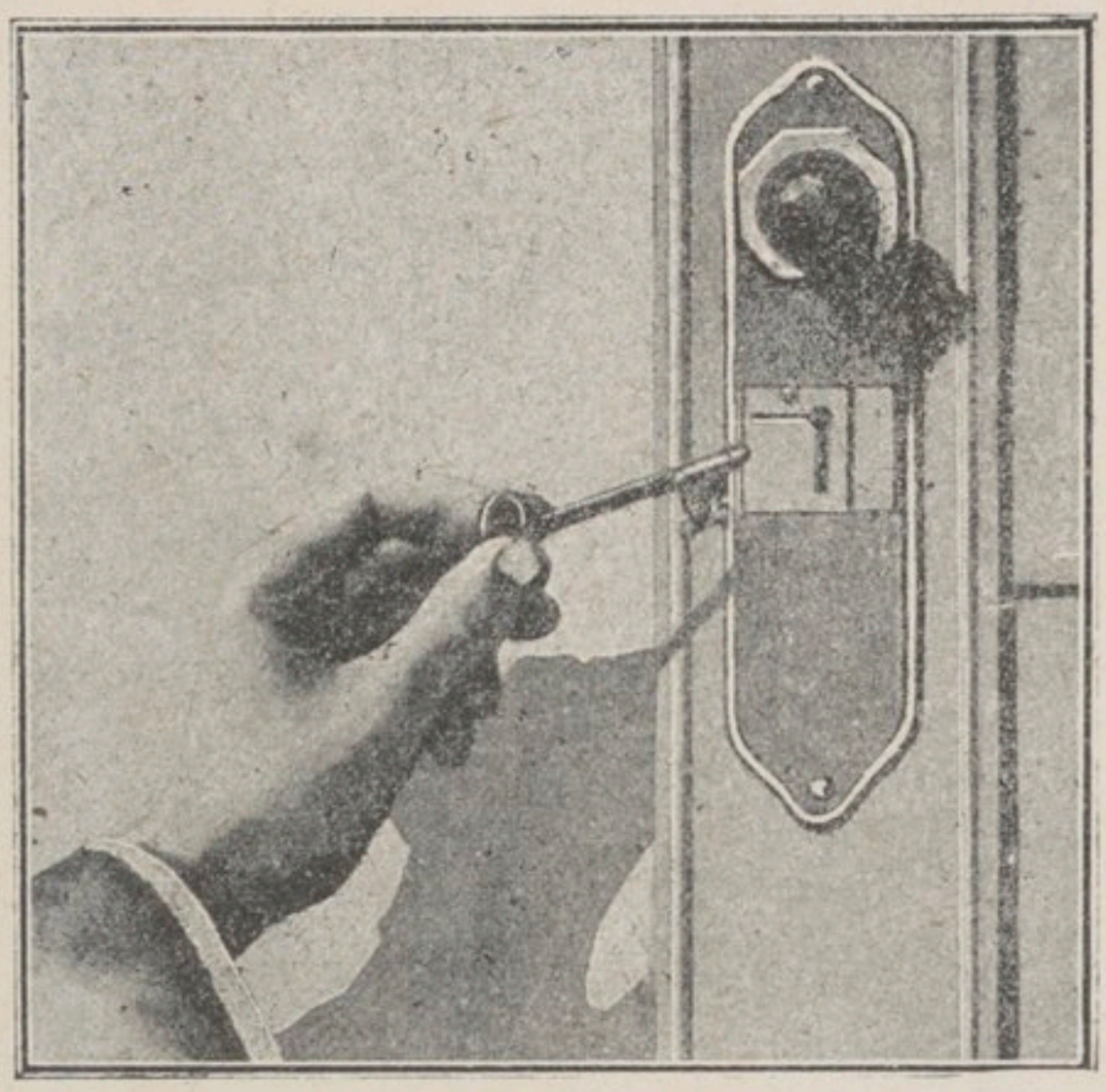
AVEC LA POMPE A PÉDALE ON GONFLE SANS FATIGUE UN PNEUMATIQUE

petites dimensions, l'aisance de sa manœuvre et son efficacité, nous semble particulièrement intéressante. Cette pompe se pose horizontalement sur le sol : le va-et-vient de son piston est commandé par un levier à double articulation, muni d'une pédale, qui s'abaisse sous la pression du pied et se relève automatiquement sous l'action d'un ressort. Pour gonfler un peu matique, après avoir établi la connexion du tuyau souple à la valve, on se penche légèrement en avant, de manière à seconder par le poids du corps l'effort musculaire appliqué sur la pédale : la manœuvre est, en elle-même, peu fatigante, et d'autant moins qu'on peut changer de pied à volonté et que le gonflement est rapide.

Economie de temps et économie d'efforts, tels sont les avantages de cet appareil.

Décourageons les cambrioleurs !

QUAND, au moment de se coucher, ou *ferme sa porte à clef*, pour employer une expression familière, on laisse généralement la clef dans la serrure en ayant soin de la tourner de manière à ce qu'elle ne puisse être repoussée de l'extérieur. C'est là une bonne précaution, car il est certain que le cambrioleur le plus habile ne saurait ouvrir une serrure obstruée. Il n'en est pas moins vrai que cette précaution est insuffisante si l'on ne prend pas soin de la compléter en empêchant, d'une manière ou d'une autre, que la clef puisse être tournée de l'extérieur, de façon à pouvoir ensuite être chassée de la serrure ; les cambrioleurs tant soit peu experts ont mille tours pour obtenir ce résultat : crochets habilement maniés, clefs enduites de glu, etc... Le procédé le plus simple pour assurer une tenue relativement bonne de la clef est de suspendre, au moyen d'un crochet, du côté de l'anneau correspondant à la position de butée du panneton, un poids assez considérable s'opposant à la rotation de la clef. C'est là un moyen de fortune efficace, mais qu'il faut pratiquer avec une certaine attention. On nous en a suggéré récemment un meilleur, bien que plus compliqué. Il consiste en une plaque pouvant glisser le long de la porte entre deux rainures vissées dans le bois. Cette plaque est percée d'un trou de clef analogue à celui de la serrure, mais la partie de ce trou dans laquelle s'engage la tige de la clef communique avec une fente étroite, horizontale. A moment de fermer la porte, on dispose plaque de manière que son trou de clef coïncide exactement avec celui de la serrure ; on introduit la clef, laquelle doit avoir, à l'endroit de sa tige qui se trouve au niveau de la fente horizontale, une partie plate ou méplat, exécutée à la lime. La porte étant fermée à double tour et la clef rabattue de manière à ce que son panneton se trouve à angle droit du trou de la serrure, on tire la plaque vers la droite, ce qui a pour effet de masquer ce trou et d'engager la partie plate de la tige dans la fente horizontale. Il est ainsi matériellement impossible que la clef puisse se retourner et sortir de la serrure. Si l'on ne veut pas modifier la clef, on donne à la fente une largeur suffisante pour être traversée par la tige ; dans ce cas, la clef pourra tourner dans la serrure, mais, comme les deux trous ne



POUR INTRODUIRE LA CLEF, IL FAUT AMENER LE TROU DE LA PLAQUE AU DROIT DE CELUI DE LA SERRURE

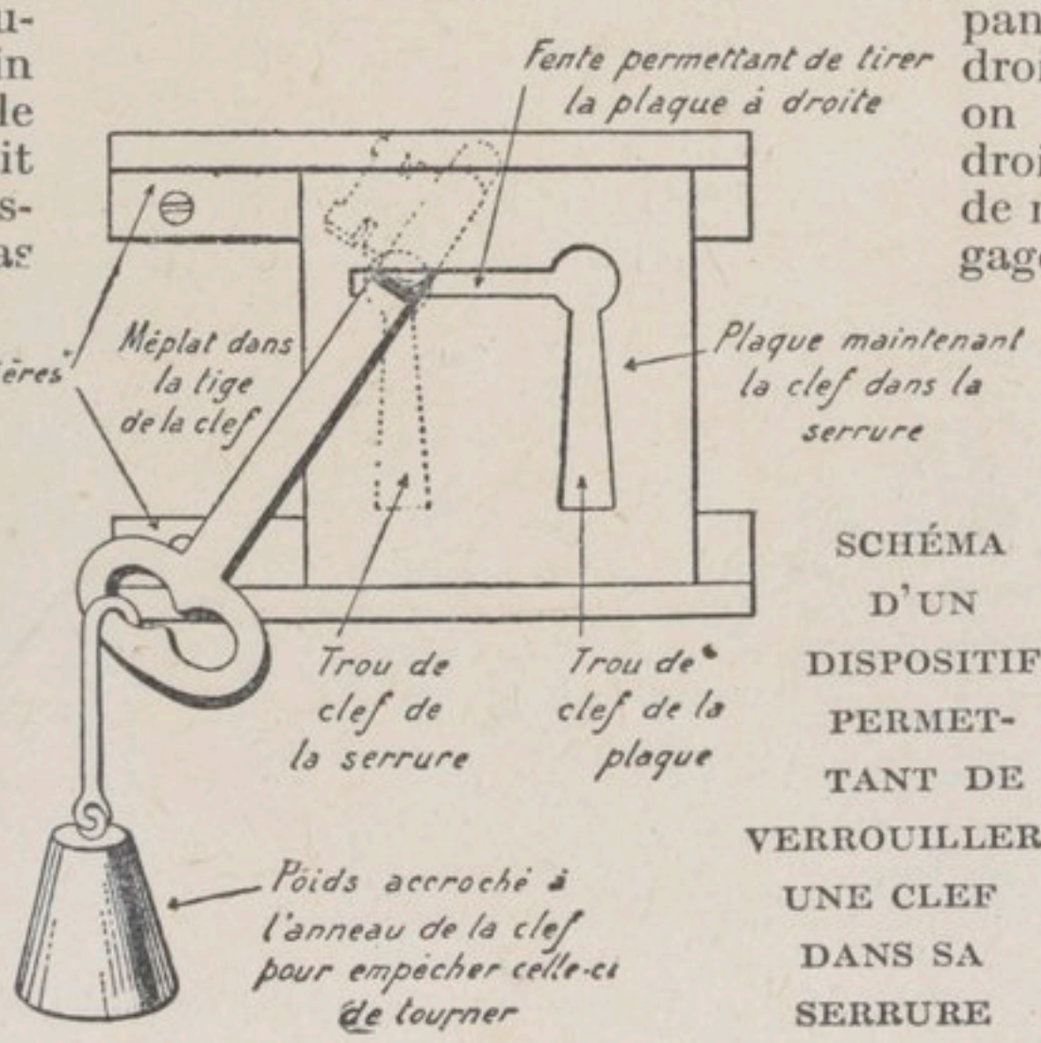


SCHÉMA D'UN DISPOSITIF PERMETTANT DE VERROUILLER UNE CLEF DANS SA SERRURE

coïncideront pas, elle ne pourra sortir. Bien entendu, le contrepoids que nous figurons sur le dessin n'a plus aucune raison d'être.

Il est facile de voir que le dispositif qui vient d'être décrit, bien que s'appliquant plus facilement sur les portes dont les serrures sont noyées dans le bois, comme celles représentées sur la gravure et le dessin reproduits ici, peut, avec des modifications qui sautent aux yeux, être utilisé dans les cas nombreux où la serrure est simplement fixée sur la porte.

Pour nager comme un canard

Le Docteur A. Kandor Zawadski, d'Honolulu, a jugé que si nous avions les doigts palmés, nous nagerions beaucoup mieux. Ce n'est pas là son mérite, car la constatation n'est pas neuve ; aussi s'est-il empressé de nous indiquer le moyen de la mettre en pratique. Ce moyen consiste tout simplement à utiliser des gants spéciaux ayant entre les doigts un surplus de peau qui, lorsque ces derniers sont tenus écartés, transforme la main en une sorte de palette ou de palme. Le nageur rapproche les doigts quand il lance les bras en avant, et les écarte dans le mouvement inverse, repoussant ainsi le liquide avec plus de force. Le Dr Zawadski prétend, et cela semble naturel, que, non seulement en employant les gants en question on peut nager beaucoup plus vite, mais qu'on peut aussi, en battant l'eau lentement, demeurer à la surface pendant longtemps sans dépense de force appréciable. Il est incontestable que cet excellent docteur d'Honolulu a raison, mais où et comment se procurer des gants « palmés » ?... Renvoyé à nos industriels spécialistes du caoutchouc.

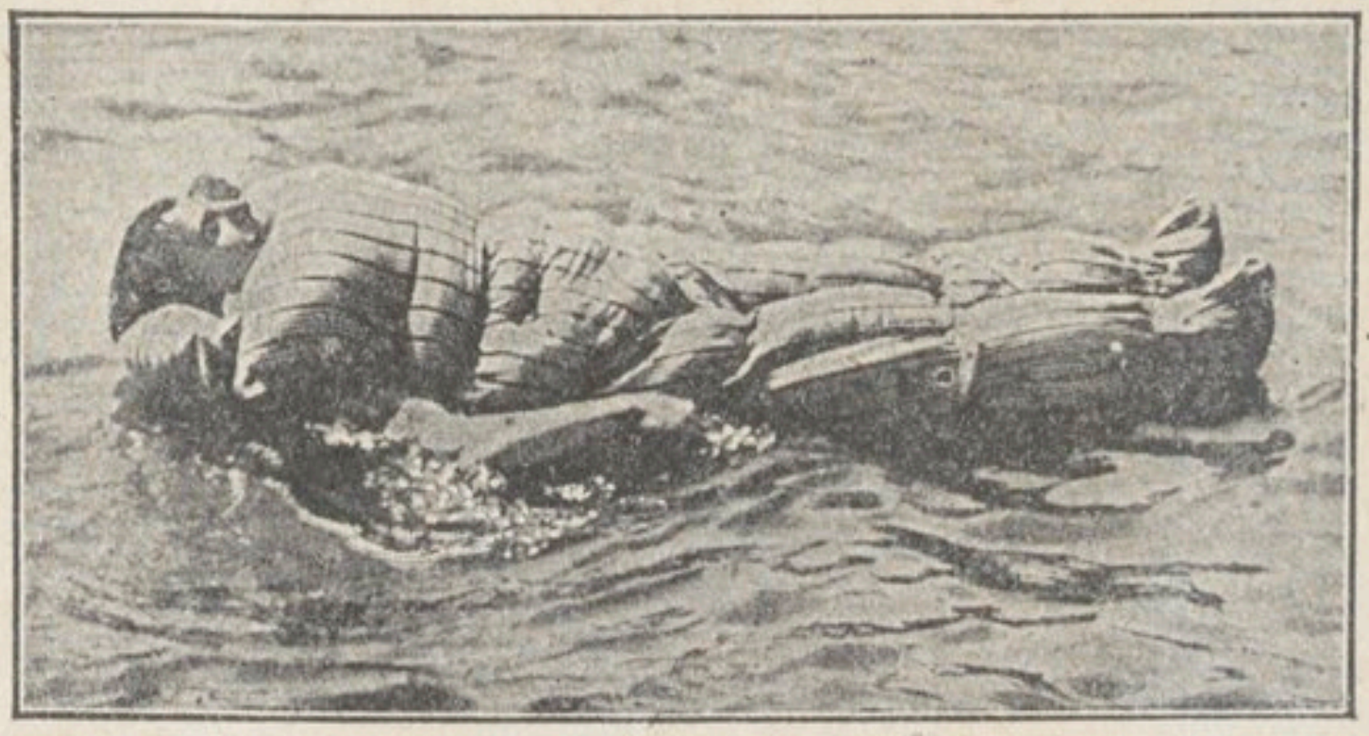
AVEC DES GANTS SEMBLABLES VOUS NAGEREZ AUSSI BIEN QU'UN CANARD

Matelas de sauvetage

Pour tant de maux qu'elle crée, l'odieuse guerre sous-marine aura eu cet avantage de diriger l'attention des chercheurs vers la solution d'un problème d'humanité : celui du sauvetage individuel des naufragés. Tous les systèmes ou dispositifs proposés ne sont pas évidemment bons, mais beaucoup constituent des solutions intéressantes et même assez pratique dont quelques-unes demeureront.

Quand le secours n'est pas immédiat, la ceinture de sauvetage ordinaire ne sert, le plus souvent, qu'à prolonger l'agonie, car le froid, dont elle ne peut préserver, et les crampes dues à une position particulièrement vicieuse qu'il est impossible de changer, ont tôt fait de paralyser toute activité physique et d'amener la mort. Il n'est pas rare non plus que, si la ceinture n'a pas été placée suffisamment haut, exactement sous les bras, la victime « chavire » et flotte les pieds en l'air.

Le vêtement de sauvetage représenté sur notre photographie est à la ceinture ordinaire ce qu'est un paquebot à un youyou par gros temps. Il permet au naufragé de flotter sur le dos, la



NAUFRAGÉE DANS SON MATELAS IMPERMÉABLE

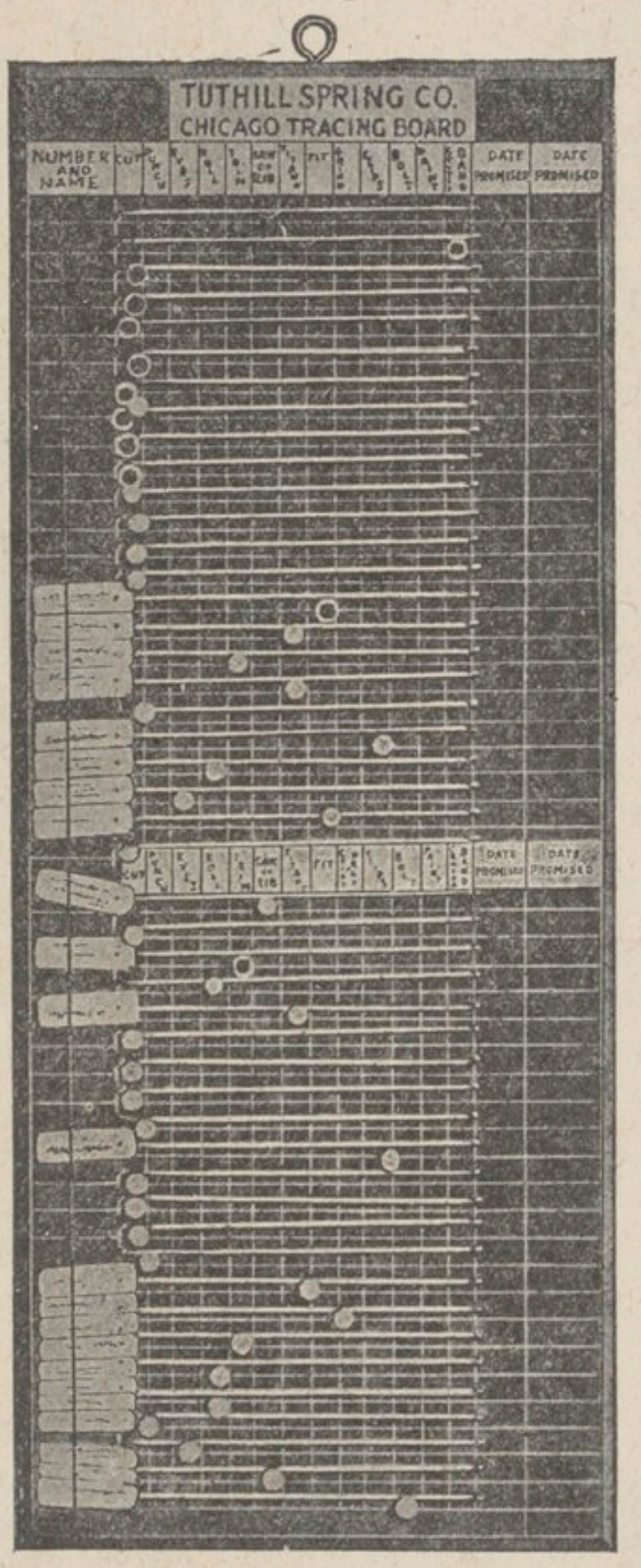
tête soutenue par un oreiller, absolument comme s'il se trouvait couché dans un lit. Le serrage du matelas imperméable autour du corps empêche l'eau de venir en contact avec celui-ci et lui conserve sa chaleur. Le naufragé conserve cependant la liberté de mouvoir les bras, ce qui lui permet de se déplacer et de s'orienter dans la position la plus favorable. Evidemment, ce vêtement est plus encombrant que la ceinture de sauvetage, il exige plus de temps pour être revêtu, coûte plus cher... Mais on ne saurait tout concilier à la fois...

Où est la commande de M. X... ?

A tel atelier, indique le tableau.

Pouvoir, sans avoir besoin de perdre un temps précieux à consulter des fiches, des registres ou à interroger les chefs d'atelier, comptables, etc., suivre, au jour le jour, le degré d'avancement des commandes dont on s'est chargé, à travers toutes les phases de la fabrication, en ayant devant les yeux les dates auxquelles on s'est engagé à les livrer, voilà ce que souhaiteraient bien des chefs d'usines et autres établissements industriels.

Le moyen existe ; du moins, un ingénieur américain, M. Harold T. Moore, de Chicago, l'a trouvé et s'en déclare satisfait, ainsi que la compagnie qui l'emploie. Ce moyen se présente sous la forme d'un grand tableau divisé dans le sens vertical, en laissant de chaque bord une marge dont on verra plus loin l'utilité, en autant de colonnes que la fabrication comporte d'étapes, et en un nombre de colonnes horizontales suffisant pour suivre toutes les commandes en cours, à raison de une colonne par une ou deux commandes. Chaque case ainsi obtenue par intersection des lignes verticales et horizontales est percée d'un trou pouvant recevoir une fiche ; la tête de chaque fiche porte un numéro, lequel est reporté sur une carte de référence ; chaque carte est complétée avec l'indication du nom du client et de la quantité de pièces commandées ; on peut, bien entendu, y adjoindre d'autres renseignements si on le juge utile. Toutes les cartes sont groupées dans la marge de gauche, une, ou, s'il est nécessaire, deux par case horizontale ; en regard, dans la marge de droite, on inscrit la date de livraison promise ; cette marge est divisée en deux colonnes pour le cas où les dimensions du tableau ne permettraient pas de réserver une rangée horizontale à une seule commande ; dans ce cas, il ne peut y avoir d'erreur si l'on prend soin de grouper dans la même colonne deux commandes qui ne sont pas au même degré d'avancement en fabrication, étant donné, d'autre part, que deux fiches n'ont jamais le même numéro. Seulement, il y a nécessairement deux dates de livraison différentes, d'où l'utilité de disposer de deux colonnes dans la marge de droite. L'employé chargé de la tenue à jour du tableau est renseigné quotidiennement sur les progrès de chaque commande par les différents chefs de service, de sorte qu'il suffit d'un coup d'œil pour voir, par exemple, où en est la commande de la Maison X..., par quels ateliers elle doit encore passer, et à quelle date elle doit être expédiée. Ce tableau est destiné à rendre les plus grands services aux chefs d'industrie en leur montrant jour par jour, heure par heure, ce qui se passe dans leurs ateliers, ce qui leur arrive parfois d'ignorer.



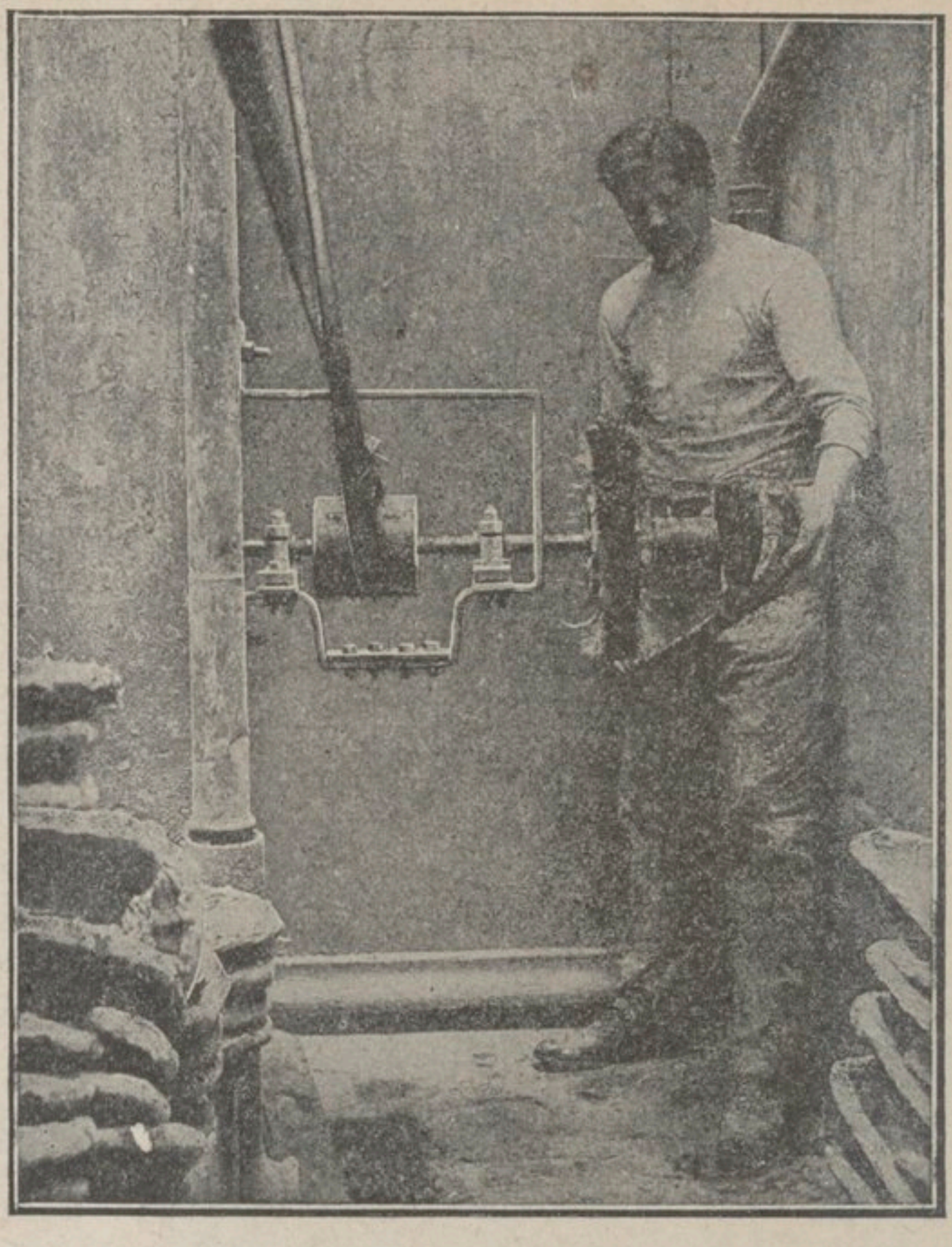
LE TABLEAU QUI PERMET DE SUIVRE AU JOUR LE JOUR LES PROGRÈS DES COMMANDES EN COURS DE FABRICATION DANS LES USINES

Pour nettoyer les pannetons

Les méthodes scientifiques finissent par s'introduire, petit à petit, au fournil.

Au pétrissage à bras, si pénible pour les ouvriers, on tend à substituer les pétrins mécaniques. Les constructeurs inventent chaque jour des machines pour faciliter

la manutention ou e nettoyage et même pour façonner la pâte des pains de tous poids. D'autre part, le chauffage au gaz des fours s'implantera après la guerre dans la plupart des boulangeries citadines, car non seulement il présente une réelle économie, mais il permettra en même temps la suppression du travail de nuit, puisqu'on peut enfourner presque immédiatement sans avoir besoin d'attendre une heure après la cessation de la chauffe, comme avec le bois. Enfin, pour nettoyer les pannetons, un boulanger parisien a imaginé une *brosse mécanique*, représentée ci-dessus. L'appareil n'a pas besoin de longues explications. Il se compose de deux brosses (une grande et une petite), montées à quelque distance l'une de l'autre, sur un axe métallique. Un petit moteur à gaz actionne la brosse à volonté et le mitron nettoie ainsi sans fatigue ses pannetons en un clin d'œil.

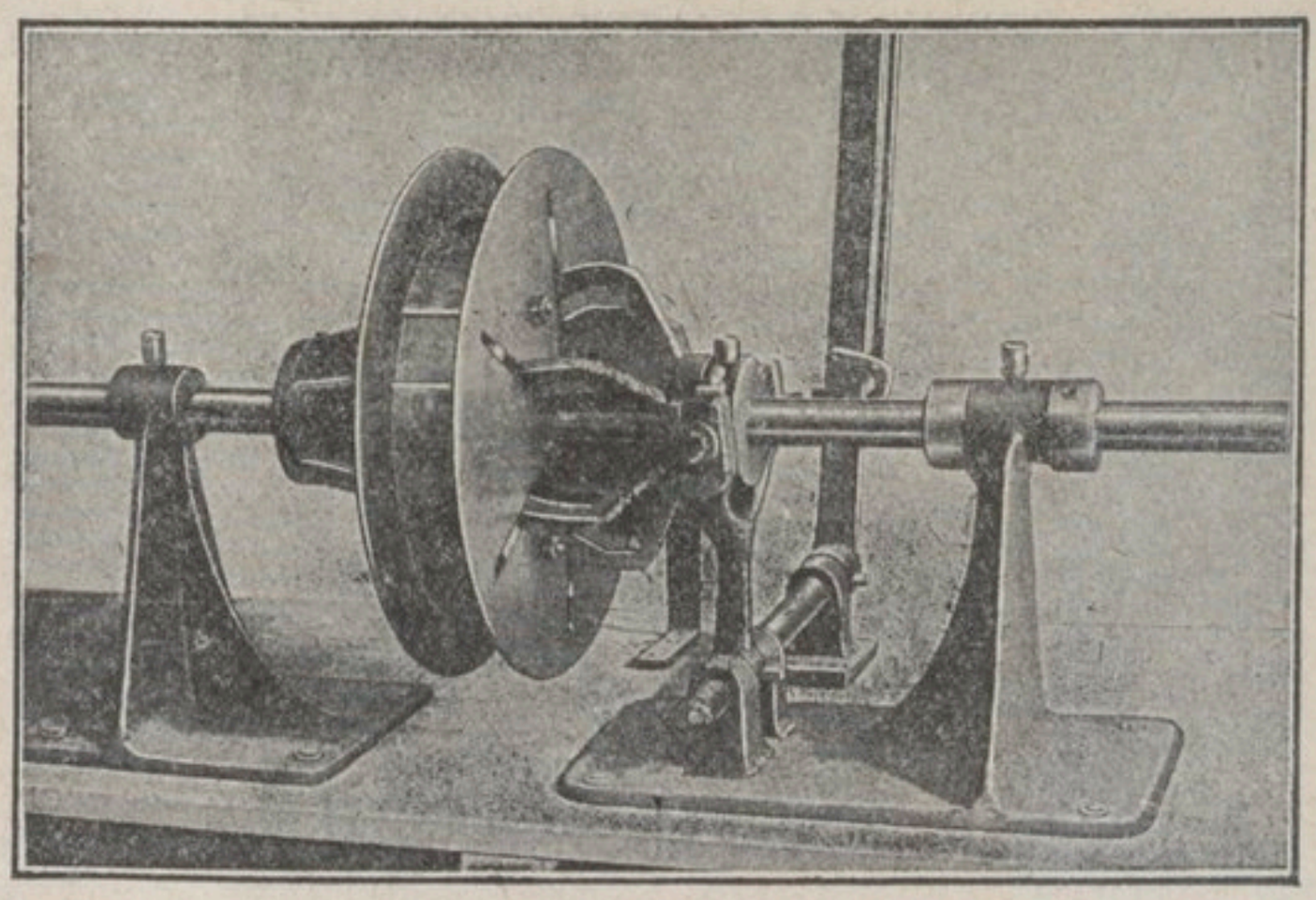


MITRON NETTOYANT SES PANNETONS

Pour changer les vitesses

M. W.-B. Dunbar de Sydney (Australie), a inventé un nouveau système de poulie extensible qu'il nous paraît intéressant de décrire en raison des avantages qu'il semble présenter sur tous ceux qui ont été proposés jusqu'ici et de sa très ingénieuse construction.

La poulie se présente sous la forme d'une roue centrée entre deux joues et dont la périphérie de la jante est constituée par un certain nombre de segments secondaires en tôle d'acier mince et de segments principaux plus massifs. Ces segments surmontent des rayons extensibles fixés dans le moyeu de la roue ; les seconds soutiennent les premiers et servent à combler l'espace qui sépare deux segments secondaires consécutifs lorsqu'on augmente le diamètre de la jante en allongeant à la fois tous les rayons d'une même quantité. Tant que ce diamètre n'est pas porté à son maximum, chaque segment principal se trouve un peu en retrait des segments secondaires, mais cela ne diminue pas sensiblement l'adhérence de la courroie de transmission sur la périphérie de la jante. D'autre part, cette adhérence est grandement favorisée par l'élasticité des segments secondaires qui sont, à proprement parler, des lames-ressorts courbes pouvant, sous



VUE DE LA POULIE EXTENSIBLE DE M. W.-B. DUNBAR

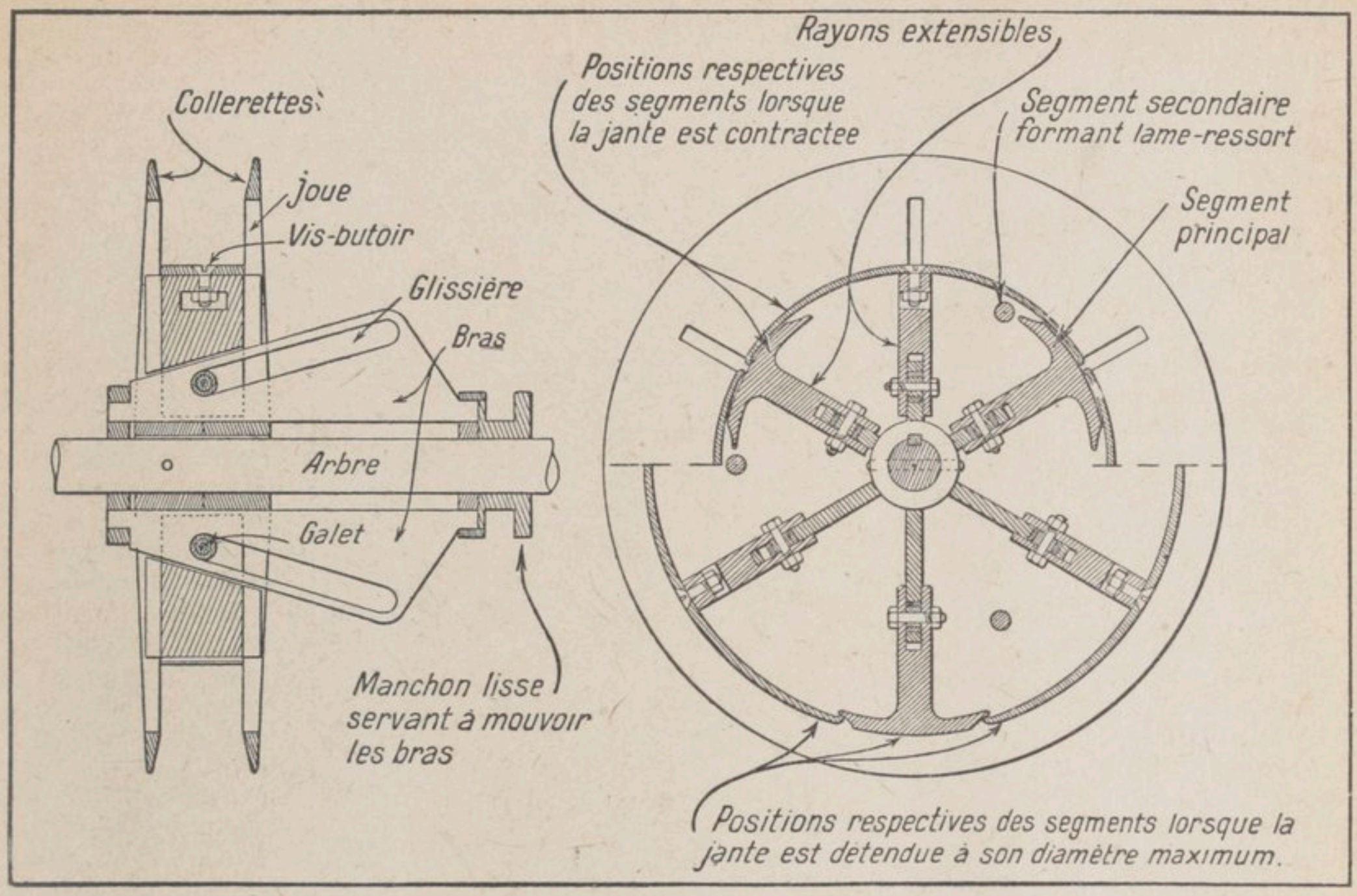
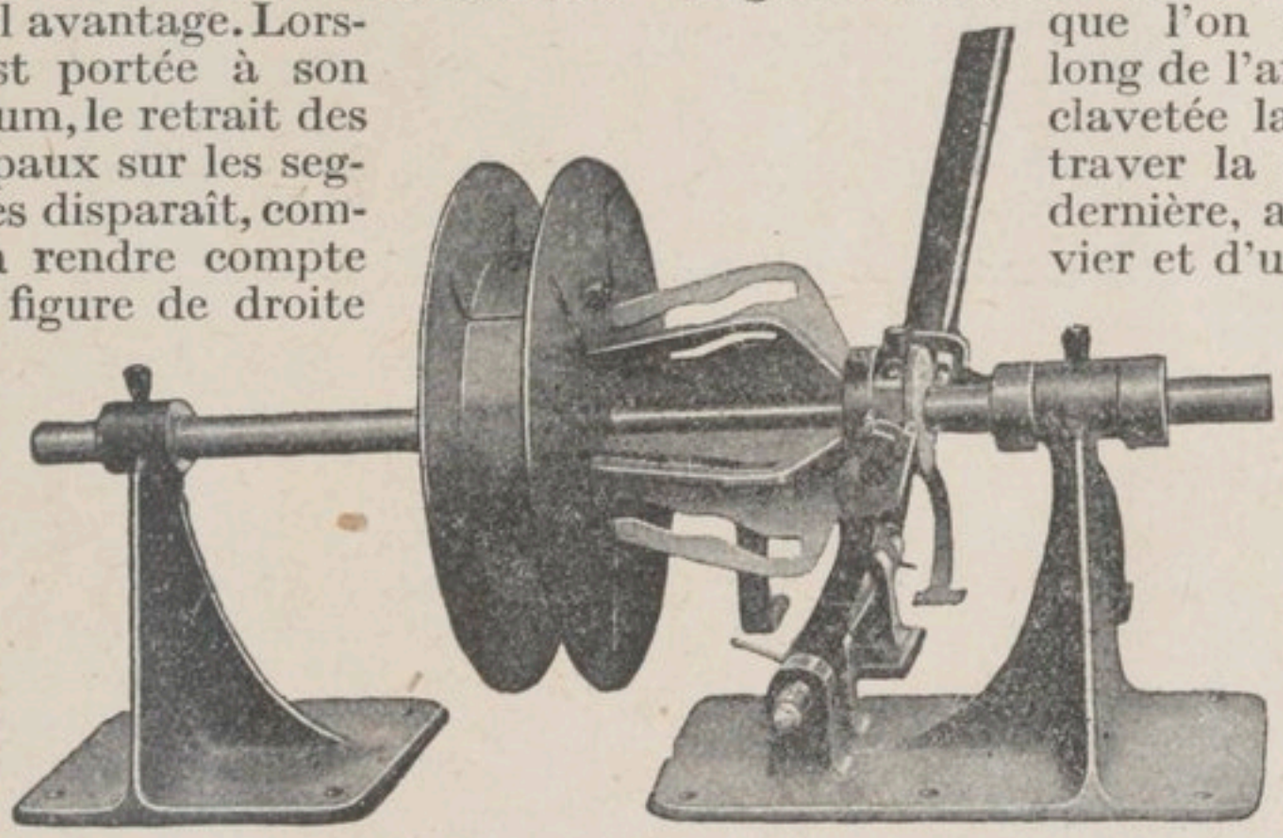


SCHÉMA MONTRANT LES DÉTAILS DE CONSTRUCTION DE LA POULIE EXTENSIBLE

la pression de la courroie, s'abaisser d'une quantité très faible, limitée par une vis-butoir dont la tête est noyée dans l'épaisseur de la lame, ainsi qu'il apparaît clairement sur le dessin. L'élasticité de la jante constitue probablement une innovation et il semble en résulter un réel avantage. Lorsque la poulie est portée à son diamètre maximum, le retrait des segments principaux sur les segments secondaires disparaît, comme on peut s'en rendre compte en examinant la figure de droite du schéma, et cela grâce aux arêtes chanfreinées des segments principaux qui permettent à toutes les sections de la jante de se raccorder sans recouvrement. Nous allons maintenant expliquer comment sont réalisées les variations de diamètre de la poulie de M. Dunbar.

Dans les joues de l'appareil sont ménagées des fentes radiales divergeant du centre vers la périphérie et coïncidant avec les rayons extensibles. Ces fentes servent de guides à des bras en tôle d'acier mince pourvus chacun d'une rainure formant glissière dans laquelle est engagé un galet rendu solidaire de la partie extensible de chaque rayon. Les bras sont disposés et profilés suivant les génératrices d'un tronc de cône et sont reliés, du côté qui correspondrait à la grande base du cône, à un manchon lisse que l'on peut déplacer le long de l'arbre sur lequel est clavetée la poulie, sans entraver la rotation de cette dernière, au moyen d'un levier et d'une fourchette. En étudiant cette construction sur la partie gauche de la figure, on comprend bien mieux qu'avec l'explication la plus détaillée, que si l'on déplace le manchon vers la poulie, ce qui revient à faire pénétrer davantage l'ensemble des bras dans le corps de l appareil, on provoque l'extension uniforme et progressive de tous les rayons et, par conséquent, une augmentation correspondante du diamètre de la jante. On comprend maintenant que si, par analogie avec les commandes de changement de vitesse des automobiles, le levier employé



LA POULIE DUNBAR CONTRACTÉE A SON MINIMUM DE DIAMÈTRE

pour mouvoir l'ensemble des bras peut être verrouillé dans différentes positions, on pourra faire prendre à la jante de la poulie un certain nombre de diamètres correspondant chacun à une vitesse de transmission donnée. Les rainures ou glissières des bras présentent un tracé angulaire qui s'explique par le besoin de procurer des positions de point mort aux galets des rayons extensibles. Ces positions doivent coïncider avec tous les degrés de pénétration des bras dans la poulie, autrement dit, varier suivant les différents diamètres que peut prendre cette dernière.

Tous ceux qui sont un peu familiarisés avec les questions de transmission de force réaliseront aisément les avantages multiples que présente la poulie de M. Dunbar. Comme l'ont démontré les applications qui en ont déjà été faites, elle remplace avantageusement les poupées de changement de vitesse des machines-outils, les boîtes de vitesse des automobiles, tout au moins pour les voitures légères, où la transmission de l'effort moteur peut être réalisée par courroie, les embrayages souples des moteurs électriques destinés à n'appliquer que progressivement la charge. Dans ce dernier cas, en effet, on peut faire démarrer le moteur dans des conditions telles que la courroie de transmission patine sur le tambour contracté de la poulie, puis, progressivement on augmente le diamètre de la jante, accroissant ainsi graduellement l'adhérence de la courroie, et, par conséquent, la charge du moteur jusqu'au moment où, enfin, ce dernier est en mesure de la prendre tout entière. La poulie extensible permet, comme on le voit, toute une gamme de vitesses comprises entre un minimum et un maximum ; elle est de construction extrêmement robuste et ne comporte qu'un nombre très restreint de pièces, qui sont toutes interchangeables à volonté.

De l'eau fraîche en campagne

La boisson de table de 95 % des Américains (nous ne parlons pas des étrangers nouvellement naturalisés) est l'eau pure, avec, très souvent, une tasse de thé ou de café vers la fin du repas. Seulement, les Américains ne veulent boire que de l'eau glacée, en été comme en hiver, non seulement chez eux, mais au dehors. Les théâtres et music-halls qui se respectent, tout au moins dans les grandes villes des Etats-Unis, les compagnies de chemins de fer, aussi bien dans les trains que dans les gares, les bateaux de tourisme, « gratte-ciels », bibliothèques publiques, etc., distribuent gratuitement de l'eau glacée en toutes saisons. Il est donc naturel que les soldats américains, qui ne reçoivent ni vin, ni bière, ni alcool d'aucune sorte, mais seulement de l'eau glacée et des infusions chaudes, se soient préoccupés de pouvoir, même en campagne, boire de l'eau fraîche l'été. Loin des villes, la chose n'est guère possible, sauf quand il fait soleil ou tout au moins chaud et sec. Qu'on puisse, avec de la chaleur faire du froid, cela n'étonne plus ; mais le moyen employé par nos alliés, encore que très ancien et basé sur le même principe que les bouteilles réfrigérantes espagnoles, en terre poreuse, dites *alcarazas*, vaut la peine d'être mentionné. C'est un grand sac en peau, par conséquent poreux, suspendu au sommet d'un trépied formé de trois branches d'arbre. Le fond du sac est renforcé et pourvu de plusieurs robinets. Pour rafraîchir l'eau, on immerge d'abord le sac lui-même dans une citerne, un puits, etc., de manière à l'imbiber d'eau ; cette humectation est ensuite entretenue naturellement par le liquide renfermé dans le sac, au fur et à mesure qu'elle s'évapore à la surface.

DE CE VASTE « ALCARAZAS » EN CUIR, LES SOLDATS AMÉRICAINS TIRENT UNE EAU PURE ET FRAICHE

V. Rubor

CHRONOLOGIE DES FAITS DE GUERRE SUR TOUS LES FRONTS

(Nous reprenons cette chronologie aux dates suivant immédiatement celles où nous avons dû l'interrompre dans notre précédent numéro)

FRONT OCCIDENTAL

Octobre 1917

Le 10. — *Furieuse attaque allemande, sur la rive droite de la Meuse, contre nos positions du bois Le Chaume, où l'ennemi occupe quelques éléments avancés. — Les Franco-Anglais organisent le terrain conquis la veille en Belgique.*

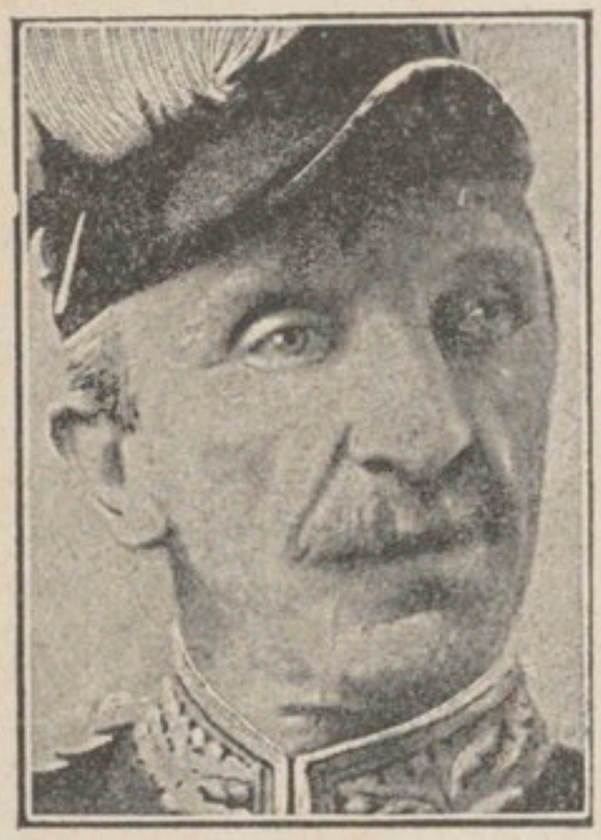
Le 11. — *Insuccès d'une attaque ennemie au nord de la cote 344 (rive droite de la Meuse).*

Le 12. — *En dépit du mauvais temps, les Anglais attaquent dans les Flandres sur 10 kilomètres, et débordent au sud la forêt d'Houthulst. — Rejet de trois attaques ennemies en Champagne (région Souain-Auberive).*

Le 13. — *Attaques allemandes repoussées dans la région d'Hurtebise.*

Le 16. — *Journée marquée par de nombreux coups de main heureux des Anglo-Français. — Recrudescence de l'artillerie dans les Flandres.*

Le 19. — *Nous exécutons une attaque brillante contre les Allemands, dans la région du moulin de Laffaux, et nous ramenons une centaine de prisonniers appartenant à quatre divisions différentes.*



GÉNÉRAL WILSON

Membre du Comité de guerre interallié (Angleterre), avec les généraux Wyegand (France) et Cadorna (Italie).

Le 22. — *Les Franco-Anglais attaquent en Belgique, sur un large front, et enlèvent de solides positions ennemies vers Poelcapelle et au sud de la forêt d'Houthulst.*

Le 23. — *Nos troupes attaquent au Chemin-des-Dames, enlèvent les carrières de Fruty et de Bohery, le fort de la Malmaison, plusieurs villages fortifiés, avancent de 3 kilomètres sur un front de 8, prennent 25 canons et font près de 8.000 prisonniers. — L'ennemi se fait décimer en cherchant à reprendre le terrain perdu la veille dans les Flandres.*

Le 24. — *Violente attaque allemande à la cote 344 (rive droite de la Meuse). Après un combat acharné, l'ennemi est repoussé. — Septième contre-attaque infructueuse des Allemands au point de jonction des armées franco-anglaises, en forêt d'Houthulst.*

Le 25. — *Les Allemands reculent au delà du canal de l'Oise à l'Aisne ; le nombre des prisonniers atteint 12.000 ; nous avons pris 120 canons, dont plusieurs de gros calibre.*

Le 26. — *Nos troupes de l'Aisne occupent Filain et atteignent le plateau de Chevregny ; le nombre des canons pris est de 160. — Nouvelle avance des Anglais, qui s'emparent de Draibank et des bois de Papegoed.*

Le 27. — *Les Franco-Anglais réalisent une forte avance sur la route d'Ypres à Dixmude, prennent plusieurs villages et font plus de 1.100 prisonniers. Dans l'Aisne, nous enlevons la ferme Froidmont.*

Le 28. — *Les alliés poursuivent leur avance dans les Flandres, où les Belges infligent de lourdes pertes à des contingents ennemis.*

Le 29. — *Dans la Meuse, violente attaque ennemie ; les Allemands prennent pied dans le bois des Caurières, mais en sont bientôt chassés.*

Le 30. — *Les troupes canadiennes attaquent et parviennent jusqu'aux lisières de Passchendaele.*

Le 31. — *Echec d'un coup de main ennemi dans l'Argonne. — Dans l'Aisne, le chiffre définitif des prisonniers s'élève à 11.157, et celui des canons à 160, sans compter les mortiers et les mitrailleuses.*

Novembre

Le 1er. — *Insuccès d'attaques allemandes au nord-ouest de Reims.*

Le 2. — *Les Allemands évacuent le Chemin-des-Dames et repassent l'Ailette, poursuivis par nos détachements.*

Le 3. — *Les Allemands, attaquant les lignes anglaises de Passchendaele, sont repoussés après un vif combat.*

Le 4. — *Attaques ennemies dispersées au bois Le Chaume.*

Le 5. — *Légère avance britannique dans les Flandres.*

Le 6. — *Dans une brillante action, les Canadiens enlèvent le village de Passchendaele.*

Le 7. — *Nouvelle attaque infructueuse des Allemands au bois Le Chaume.*
Le 10. — *Malgré un temps exécrable, les troupes britanniques, sur un front de 2 kilomètres, gagnent du terrain au nord de Passchendaele.*
Le 11. — *Violente attaque allemande repoussée dans les Vosges, à l'Hartmannswillerkopf.*
Le 14. — *Insuccès d'une série de furieux retours ennemis contre les positions anglaises de Passchendaele.*
Le 15. — *Offensive allemande brisée sur la route de Menin par l'artillerie anglaise.*
Le 16. — *Les troupes britanniques réalisent une nouvelle avance, au nord et à l'ouest de Passchendaele.*
Le 20. — *Les Anglais exécutent une attaque sans préparation, entre Saint-Quentin et la Scarpe, font plus de 8.000 prisonniers, et s'emparent d'un matériel considérable.* — *Nous brisons une forte attaque allemande sur la rive droite de la Meuse.*
Le 21. — *Le communiqué signale que l'attaque anglaise, développée sur un large front, a débuté par une ruée des tanks ; l'avance a dépassé 8 kilomètres, la ligne Hindenburg a été enfoncée et plus de douze villages puissamment fortifiés ont été enlevés par nos alliés.*
Le 22. — *Echec de coups de main allemands aux Eparges.* — *Les Anglais consolident le terrain conquis.*
Le 23. — *Développement satisfaisant des opérations britanniques à l'ouest de Cambrai.*
Le 24. — *Lutte ardente pour la possession du bois Bourlon, dernier réduit couvrant Cambrai.*
Le 25. — *Les Anglais prennent, perdent et reprennent le village de Bourlon et la majeure partie du bois.* — *Nous enlevons deux lieues de défenses allemandes, sur 3 kilomètres, au delà de Samogneux, et nous faisons un millier de prisonniers.*
Le 26. — *Grande activité de l'artillerie allemande sur la rive droite de la Meuse.*
Le 27. — *Avance britannique, obtenue de haute lutte, dans la région de Bourlon.*
Le 29. — *Les Anglais avancent de nouveau aux environs du bois Bourlon.* — *En Argonne, échec d'un coup de main allemand.*
Le 30. — *Les Allemands attaquent sur un large front dans la région de Cambrai et pénètrent dans les lignes de nos alliés jusqu'à Vacquerie et Gouzeaucourt ; en fin de journée, le terrain perdu est partiellement repris.*

Décembre

Le 1er. — *Coup de main heureux vers Sainte-Marie-à-Py ; nous ramenons quelques prisonniers appartenant à trois régiments.*
Le 3. — *Attaques infructueuses des Allemands en Woëvre.*
Le 6. — *Les Anglais retirent leurs troupes du saillant formé par leurs positions vers Noyelles-sur-Escaut et le bois de Bourlon.*

FRONT ITALIEN

Octobre 1917

Le 10. — *Combats acharnés dans la région de Castagnevizza, où l'ennemi est repoussé avec de lourdes pertes. Sur l'ensemble du front, le mauvais temps arrête les opérations.*
Le 13. — *Activité sensible de l'artillerie, depuis le Rombon jusqu'à la mer.*
Le 16. — *Des groupes ennemis sont mis en fuite sur les pentes du San Gabriele.*
Le 18. — *Violente attaque autrichienne dans la vallée du Posina ; l'ennemi enlève plusieurs positions qui lui sont reprises par une contre-attaque.*
Le 20. — *Vaine attaque ennemie dans la vallée de San Pellegrino.*
Le 22. — *Les Austro-Allemands commencent une lourde offensive dans la région de Plezzo, après un violent bombardement. Leur premier assaut est repoussé, mais ils reviennent à la charge.*
Le 23. — *Le mauvais temps empêche le développement de l'offensive ennemie.*
Le 24. — *L'attaque austro-allemande s'accroît ; les assaillants, repoussés à la gorge de Saya, passent à Santa Maria sur la rive gauche de l'Isonzo ; ils sont battus au San Gabriele.*
Le 25. — *Les Italiens sont débordés ; ils se replient sur la frontière et abandonnent le plateau de Bainsizza ; leurs pertes en prisonniers et en canons sont énormes.*
Le 26. — *Les Austro-Allemands pénètrent en Italie.*
Le 27. — *Anéantissant les dépôts et les magasins, l'armée italienne se replie sur l'aile gauche du front des Alpes Juliennes.*
Le 28. — *Les Italiens ralentissent l'avance ennemie par de nombreuses contre-attaques.*
Le 29. — *Les Italiens cherchent à organiser la résistance sur le Tagliamento.*
Le 30. — *L'ennemi progresse dans le Frioul.*
Le 31. — *Au prix de lourds sacrifices, l'armée italienne s'est repliée derrière le Tagliamento.* — *Les premiers contingents de secours anglo-français arrivent en Italie.*

Novembre

Le 1er. — *Combat d'artillerie d'une rive à l'autre du Tagliamento.*
Le 2. — *Premiers essais infructueux des Austro-Allemands pour traverser le fleuve.*
Le 4. — *Des forces ennemies passent le Tagliamento, malgré la vive résistance italienne.*
Le 5. — *Les Italiens, afin d'éviter l'enveloppement, se replient vers la Piave.*
Le 9. — *Le mouvement général de repli semble arrêté.* — *Le général Diaz est nommé généralissime, en remplacement de Cadorna, appelé au comité de guerre.*
Le 10. — *Tandis que la résistance s'organise derrière la Piave, l'ennemi se montre sur le plateau d'Asiago, où il subit un échec.*
Le 11. — *Nouvel échec des forces autrichiennes au plateau d'Asiago.*

Le 12. — *Les Italiens résistent aux attaques austro-allemandes de la Brenta à la Piave, et repoussent d'autres assauts dans la région d'Asiago.*
Le 13. — *Grosses pertes ennemies dans de vaines tentatives pour franchir la Piave.*
Le 14. — *Les Italiens encerclent des contingents adverses, qui avaient pu traverser la Piave.*
Le 15. — *Les deux colonnes ennemies qui avaient pu franchir la Piave sont anéanties. — Sur tout le front l'envahisseur est contenu.*
Le 16. — *Attaques ennemies brisées au plateau d'Asiago. — La pression austro-allemande s'accentue entre la Brenta et la Piave.*
Le 18. — *Quatre attaques massives sont repoussées par les Italiens entre la Piave et la Brenta.*
Le 20. — *Violentes attaques de l'adversaire, toutes repoussées, avec de lourdes pertes, dans la région du mont Grappa.*
Le 21. — *Attaques massives austro-allemandes repoussées au plateau d'Asiago.*
Le 22. — *Journée marquée par de nombreux assauts ennemis, tous repoussés, sur l'ensemble du front.*
Le 23. — *Heureuses contre-attaques italiennes au plateau d'Asiago.*
Le 25. — *Entre la Brenta et la Piave, attaques répétées de fortes masses ennemies, écrasées sous le feu des canons italiens.*
Le 26. — *A l'est de la Brenta, les Austro-Allemands éprouvent un sanglant échec.*
Le 30. — *Nouvel échec d'une grosse attaque ennemie au plateau d'Asiago.*

Décembre

Le 4. — *Légers succès italiens sur le mont Spinoncia, entre la Brenta et la Piave.*
Le 7. — *Les Austro-Allemands attaquent au sud de Gallio et sont repoussés.*

FRONT ORIENTAL

Octobre 1917

Le 10. — *Intensité des deux artilleries au front nord, où les Allemands semblent préparer une attaque.*
Le 11. — *Légère avance ennemie dans la région de Skoul. Son offensive est repoussée dans la direction de Riga. Bombardement de Galatz.*
Le 12. — *Débarquement des Allemands dans les îles de Dago et d'Œsel.*
Le 14. — *Les Allemands procèdent méthodiquement à l'occupation d'Œsel.*
Le 16. — *L'occupation d'Œsel est complète. — Les Allemands échouent dans une tentative de passage de la Dwina.*
Le 18. — *Les Allemands occupent l'île de Mohn, entre celle d'Œsel et le continent.*
Le 20. — *Les Russes évacuent l'île d'Hapsal. — Dans la région de Riga, ils s'emparent des tranchées allemandes.*
Le 21. — *Les troupes russes empêchent l'ennemi de débarquer en Esthonie.*
Le 23. — *Les Allemands abandonnent la presque totalité de leurs positions avancées, dans la région de Riga.*
Le 28. — *Dans la région de Bystritza, des groupes autrichiens, s'avançant pour fraterniser, sont dispersés par l'artillerie.*
Le 29. — *Arrêt d'une offensive ennemie assez violente dans le voisinage de Riga.*

Novembre

Le 1er. — *Echec d'une attaque autrichienne au sud-ouest de Brody.*
Le 7. — *Violente attaque des positions russes du front roumain ; l'ennemi est heureusement refoulé et perd beaucoup d'hommes.*
Le 12. — *A Uztima, sur le Danube, une attaque bulgare est repoussée.*
Le 22. — *Le communiqué signale une victoire russe sur la Diala, aux confins de la Mésopotamie ; nos alliés font 1.600 prisonniers, dont un grand nombre d'officiers.*
Du 23 jusqu'à la fin du mois. — *Les hostilités sont virtuellement suspendues sur le front russe. Le gouvernement maximaliste se prépare à engager des pourparlers avec l'ennemi, en vue de la conclusion d'un armistice susceptible d'amener la paix générale.*

Décembre

Le 2. — *Les pourparlers commencent entre les délégués maximalistes et les représentants des armées allemandes et autrichiennes.*
Le 6. — *Un armistice de dix jours, du 7 au 17 décembre, est sur le point d'être conclu.*
Le 9. — *On annonce la suspension des pourparlers, les généraux allemands se refusant à entrer dans certaines vues des révolutionnaires russes, qui paraissent très déçus.*

FRONT DES BALKANS

Octobre 1917

Le 10. — *Heureux raid anglais, près de Doiran, dans les positions ennemies. — Sur tout le front, recrudescence des actions d'artillerie.*
Le 14. — *Très brillant coup de main des Ecossais contre le village de Homondas, au sud-ouest de Sérès*
Le 19. — *La lutte d'artillerie s'avive au nord-ouest de Monastir et dans la région de Doiran.*
Le 20. — *Echec de tentatives ennemies contre le front serbe.*
Le 25. — *Occupation de plusieurs villages, au sud de Sérès, par la cavalerie anglaise.*

Novembre

Du 1er au 6. — *Duel d'artillerie sur tout le front.*
Le 7. — *Incursions anglaises dans plusieurs villages de la région de la Strouma.*
Le 10. — *Les Italiens repoussent une attaque dans la boucle de la Cerna.*
Le 16. — *Dans la région des lacs, les troupes russes repoussent une offensive bulgare.*
Le 24. — *Offensive ennemie, en diverses masses, sur le Vardar. Toutes les attaques sont énergiquement repoussées.*

Du 25 à la fin du mois. — *Actions d'artillerie plus ou moins violentes sur diverses parties du front, notamment sur le Vardar.*

DANS LES AIRS

Octobre 1917

Le 10. — *Le communiqué annonce officiellement que l'aviateur Boyau a abattu son dixième avion le 1er octobre.*

Le 14. — *Des avions allemands bombardent Dunkerque ; victimes parmi la population civile.*

Le 16. — *Bombardement aérien de Nancy ; 10 morts et 40 blessés. — Les aviateurs français Gesnoux et Boitel, venant d'Alsace et mitraillés par les Allemands, tombent morts en Suisse.*

Le 18. — *Nouveau bombardement de Nancy ; plusieurs victimes.*

Le 19. — *Destruction d'un avion allemand qui tentait de bombarder Belfort.*

Le 20. — *La Chambre, à l'unanimité, décide que le nom de Guynemer sera inscrit au Panthéon. — Treize zeppelins tentent un raid sur l'Angleterre ; au retour, quatre d'entre eux sont abattus en France, et un cinquième se perd dans la Méditerranée.*

Le 21. — *Des avions anglais bombardent une usine et une gare, près de Sarrebruck. — Soixante bombes sur Dunkerque ; pas de victimes.*

Le 24. — *Les aviateurs anglais jettent efficacement cinq tonnes d'explosifs sur les voies ferrées et les usines de Sarrebruck. — Nos pilotes abattent vingt-cinq appareils allemands dans la journée.*

Le 25. — *Bombes sur Dunkerque ; une trentaine de victimes.*

Le 29. — *Bombes sur Dunkerque, Calais et Belfort ; trois blessés à Belfort.*

Le 30. — *Les aciéries allemandes de Wolkingen sont efficacement bombardées par des aviateurs anglais.*

Novembre

Le 1er. — *Trente avions allemands attaquent Londres ; trois seulement y pénètrent ; 8 morts et 21 blessés. — Dix-sept avions français bombardent Offenburg, en représailles des bombardements de Dunkerque.*

Le 10. — *Les Allemands lancent des bombes incendiaires sur l'hôpital de Zuydcoote ; 16 victimes.*

Le 13. — *Bombes sur Calais ; assez nombreuses victimes.*

Le 16. — *Un communiqué signale un bombardement efficace de Constantinople ; le* Gœben *est gravement avarié.*

Le 30. — *A cette date, en novembre, les Anglo-Français ont perdu 126 appareils, et les Allemands 192.*

Décembre

Le 7. — *Vingt-cinq avions allemands survolent Londres et ses environs et font plusieurs victimes. Deux appareils ennemis sont abattus par les canons antiaériens.*

SUR MER

Octobre 1917

Le 12. — *La flotte allemande protège le débarquement de deux divisions dans les îles de Dago et d'Œsel.*

Le 13. — *Devant l'île de Dago, quatre torpilleurs et un croiseur allemands sont détruits par les batteries de terre.*

Le 15. — *On annonce que le vapeur* Médie *a été coulé le 23 septembre en Méditerranée ; 250 victimes.*

Le 17. — *Combat naval dans le golfe de Riga ; les Russes perdent le cuirassé* Ilava *et doivent reculer devant des forces supérieures. — Le contre-torpilleur américain* Antilles *est torpillé dans la zone de guerre ; un mort, 5 blessés ; le navire peut rentrer au port. — Deux grands corsaires allemands coulent dans la mer du Nord deux contre-torpilleurs anglais et neuf bateaux marchands neutres.*

Le 18. — *Le communiqué russe constate que les Allemands ont perdu quatre navires dans le golfe de Riga, et qu'ils ont eu deux dreadnoughts avariés.*

Le 20. — *La flotte russe, déjouant la manœuvre allemande, parvient à quitter le golfe de Riga et se concentre à l'entrée du golfe de Finlande.*

Le 21. — *La flotte anglaise bombarde les établissements navals d'Ostende.*

Le 27. — *Six torpilleurs anglais et français, au large des côtes belges, mettent en fuite trois contre-torpilleurs et dix-sept avions allemands.*

Novembre

Le 2. — *Dans le Catégat, les Anglais coulent le croiseur auxiliaire* Maria *et dix navires patrouilleurs armés.*

Le 8. — *On annonce que le* Rochester, *arrivé autrefois à Bordeaux avec l'*Orléans, *a été coulé, ainsi que ce dernier l'a été.*

Le 12. — *Petit engagement de patrouilleurs sur les côtes belges ; aucun résultat.*

Le 17. — *Des croiseurs légers anglais attaquent et chassent des unités allemandes, dans la baie d'Héligoland ; un croiseur ennemi est incendié.*

Le 24. — *Le communiqué américain signale la destruction d'un sous-marin allemand par des contre-torpilleurs des Etats-Unis.*

Le 28. — *Une escadre ennemie, comprenant quatorze unités, attaque la côte italienne entre Porto-Corsini et Pesaro ; devant l'action des trains armés, elle est contrainte de se retirer.*

Décembre

Le 3. — *Le contre-torpilleur américain* Jacob-Jones *est torpillé et coulé par un sous-marin allemand.*

Le 6. — *Le transport anglais* Appapa *est torpillé ; on compte de nombreuses victimes.*

Le 9. — *Le garde-côtes cuirassé autrichien* Wien *est torpillé et coulé dans l'Adriatique.*

Le gérant . Lucien Josse

Paris. — Imp. Verdier, 18, rue d'Enghien.

LE PROCHAIN NUMÉRO DE
" LA SCIENCE ET LA VIE "
PARAITRA EN MARS 1918

LECTEURS DE "LA SCIENCE ET LA VIE"
VOUS QUI AIMEZ LES RÉALITÉS

Vous avez peut-être

TOUT LU

Mais vous n'avez

RIEN VU

SI VOUS N'ACHETEZ PAS CHAQUE JOUR

EXCELSIOR

Le seul **ILLUSTRÉ QUOTIDIEN** français

C'EST UN JOURNAL
FAIT POUR VOUS